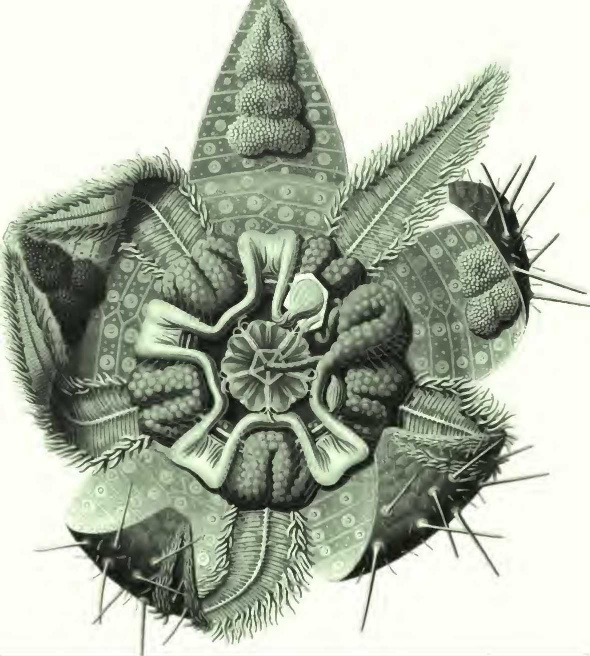


Anatomie der Echinothuriden

Walther Schurig

Herrn Prof Dr A. Agassiz
mit vorzüglicher Hochachtung
ergebenst überreicht
vom
Verfasser.

Anatomie der Echinothuriden.

Von

Walther Schurig. Paunsdorf b. Leipzig.

Mit 4 Tafeln und 22 Abbildungen im Text.

Abdruck aus

Wissenschaftliche Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expedition
auf dem Dampfer „Valdivia" 1898—1899.
Im Auftrage des Reichsamtes des Innern
herausgegeben von
Carl Chun,
Professor der Zoologie in Leipzig, Leiter der Expedition
Fünfter Band.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.
1906.

Anatomie

der Echinothuriden.

Von

Walther Schurig.

Mit Tafel LI—LIV [I—IV] und 22 Abbildungen im Text.



Eingegangen den 22. Januar 1906.

C. Chun.

Die Echinothuriden.

Im Jahre 1863 fand S. P. Woodward in der Kreide spärliche Reste eines Echinoderms, das einer merkwürdigen vermeintlich längst ausgestorbenen Seeigelgattung angehört haben mochte, deren Schale, wie die der Holothurien, biegsam gewesen sein mußte, weil sie sich aus dachziegelartig sich deckenden Täfelchen aufbaute. Woodward nannte diesen Seeigel, von dem er glaubte, daß eine genaue Kenntnis desselben der Wissenschaft vorenthalten bleiben werde, *Echinothuria floris*. Vier Jahre später, im April 1867, legte Grube der „Naturwissenschaftlichen Sektion" der „Schlesischen Gesellschaft" einen aus den chinesischen Gewässern stammenden, wie es im Bericht heißt, „neuen, höchst eigentümlichen *Asthenosoma varium*" vor, „welcher schon durch seine glatte Gestalt (4¾ Zoll Durchmesser bei kaum 1 Zoll Höhe) auffällt und von allen Tieren dieser Ordnung durch seine — wenn man diesen Ausdruck brauchen darf — biegsame Schale abweicht". Grube ließ es bei einer kurzen Beschreibung dieses Exemplars bewenden, da er es als den Diadematiden und besonders *Asteropyga* sehr nahestehend hielt, ohne zu ahnen, daß *Asthenosoma varium* das erste bekannt gewordene Exemplar einer ganz neuen recenten Familie der Echinoiden, nämlich der Echinothuriden, repräsentierte und mit *Echinothuria floris* sehr nahe verwandt ist.

Erst C. Wyville Thomson blieb es vorbehalten, ein lebendes Exemplar der Gattung *Asthenosoma* während der Tiefseeforschungen der „Porcupine" und „Lightning" in den Jahren 1868, 1869 und 1870 zu untersuchen; er nannte diese interessante Form *Calveria hystrix*, doch fand Agassiz, daß *Calveria hystrix* identisch sei mit *Asthenosoma varium* Grube. Thomson erbeutete aber außer dem eben erwähnten *Asthenosoma* noch andere Echinothuriden, unter ihnen eine ganz neue Gattung, für welche er, da sich bei derselben zwischen den Platten keine Hautzwischenräume fanden, den Namen *Phormosoma* in Vorschlag brachte. In dem Werke „The depths of the sea" legte er die Resultate seiner Untersuchungen während der Jahre 1868—70 nieder.

Neue Species von Echinothuriden dredschte die „Challenger"-Expedition und zwar wurden sowohl neue Formen von *Phormosoma* als auch von der Gattung *Asthenosoma* gefunden und im Jahre 1881 durch Agassiz beschrieben.

Während ihrer Forschungsreise in den Jahren 1884—86 konnten P. und F. Sarasin im Hafen von Trincomali an der Nordküste von Ceylon eine bis dahin unbekannte Species der Gattung *Asthenosoma* untersuchen. Als Name für diese Species schlugen sie *Cyanosoma urens* vor. Sie überzeugten sich indessen bald, daß *Cyanosoma* dem *Asthenosoma varium* Grube nahe verwandt sei und nannten daher die neue Art *Asthenosoma urens*.

In den Jahren 1886, 1887 und 1888 wurden auf der „L'Hirondelle" des Fürsten Albert von Monaco bei den Azoren weitere Echinothuriden erbeutet und zwar eine neue Gattung, *Sperosoma*

Grimaldii, die freilich in recht schlechtem Zustande durch das Netz emporgebracht wurde. Erst 1896 gelangte KOEHLER in den Besitz einiger trefflich erhaltener Exemplare der Gattung *Sperosoma*, die er in den „Résultats des campagnes scientifiques" 1898 beschrieb (29).

MORTENSEN (36), der die Echinoideen der „Danish Ingolf Expedition 1902" bearbeitete, sah sich bei der Nachprüfung der von AGASSIZ beschriebenen Echinothuriden veranlaßt, für einige der bisher unter die Gattungen *Phormosoma* und *Asthenosoma* eingereihte Formen neue Gattungsnamen zu schaffen. Es mag dahingestellt bleiben, ob sämtliche von ihm vorgeschlagenen Neubezeichnungen sich dauernd einbürgern werden, und so begnügen wir uns mit dem Hinweis, daß MORTENSEN für die bisher als der Gattung *Asthenosoma* zugehörig betrachteten *A. fenestratum* (W. THOMSON), *A. coriaceum* (A. AG.), *A. tesselatum* (A. AG.) den Gattungsnamen *Araeosoma* einführte. Für die bisher als *Phormosomata* geltenden *Ph. Petersi* (A. AG.), *Ph. hoplacantha* (W. THOMSON), *Ph. luculentum* (A. AG.) schlug er den Gattungsnamen *Hygrosoma* vor.

Da für unsere Schilderung des anatomischen Baues der Echinothuriden nur die Gattungen *Phormosoma*, *Asthenosoma*, *Hygrosoma* und *Sperosoma* in Betracht kommen, so verzichte ich darauf, die sonstigen von MORTENSEN neu aufgestellten Gattungen anzuführen.

Zudem gab das an neuen Arten reiche Material von Echinothuriden, welches die deutsche Tiefsee-Expedition erbeutete, Anlaß, daß DÖDERLEIN die bisher aufgestellten Gattungen kritisch sichtete. Da er speciell auch die neu begründete Gattung *Hygrosoma* beibehielt, so dürfte es sich empfehlen, kurz die wichtigsten Unterschiede zwischen *Phormosoma*, *Asthenosoma*, *Hygrosoma* und *Sperosoma* zu charakterisieren.

Der Unterschied zwischen *Phormosoma* und *Asthenosoma* beruht in erster Linie auf der Verschiedenheit der Schalenzusammensetzung. Während die Verbindung der Platten untereinander bei *Phormosoma* an die *Stereosomata* erinnert, d. h. eine „dachziegelartige Schichtung der Schalenplatten auf Ventral- und Dorsalseite", vom Peristom abgesehen, vermissen läßt, findet bei *Asthenosoma* eine deutliche „dachziegelartige Schichtung" der Platten auf Dorsal- wie Ventralseite statt. Uebrigens weist die Schale von *Phormosoma* einen bedeutenderen Kalkgehalt auf als die von *Asthenosoma*. Dies ist aber wieder für die innere Anatomie von Einfluß, insofern bei *Phormosoma* mit seiner relativ starren Schale innere Längsmuskeln fehlen, die bei der Gattung *Asthenosoma* bekanntlich angetroffen werden. Ein weiterer Unterschied beruht auf der Ausbildung der STEWART-schen Organe. Diese erreichen bei *Asthenosoma* eine bedeutende Länge, während sie bei *Phormosoma* zum Teil rückgebildet sind, wie bei *Ph. indicum*, zum Teil überhaupt fehlen. BELL wies das Fehlen der STEWART'schen Organe bei *Ph. placenta*, *bursarium* und *tenue* nach und KOEHLER bestätigte BELL's Beobachtungen bei *Ph. placenta*. Die Gattung *Hygrosoma* ähnelt der Gattung *Phormosoma*, unterscheidet sich aber durch folgende Merkmale:

Die Schale von *Phormosoma* ist, wie schon erwähnt, ziemlich starr, bei *Hygrosoma* aber kalkarm und sehr dünn. Die STEWART'schen Organe fand ich nur rudimentär entwickelt, im Gegensatz zu MORTENSEN, der bei *H. Petersi* von „well developed" STEWART'schen Organen berichtet. Freilich gehörte das von mir untersuchte Exemplar der Gattung *Hygrosoma* zu der Species *H. aethiopicum*, so daß die Möglichkeit, auch bei der Gattung *Hygrosoma* verschieden ausgebildete STEWART'sche Organe zu finden, nicht von der Hand zu weisen ist. Andererseits ist es nicht unmöglich, daß bei Jugendformen die STEWART'schen Organe noch nicht völlig aus-

gebildet sind, da unser Exemplar nur 7 cm Durchmesser besaß, obwohl man sie bei *Asthenosoma urens* und *A. varium* schon beim Jugendstadium wohlausgeprägt antrifft. Die überaus dünne elastische Schale hat wohl hauptsächlich Anlaß zur Abtrennung von *Phormosoma* und zur Aufstellung der neuen Gattung *Hygrosoma* gegeben. Sonderbarerweise entbehrt die Gattung *Hygrosoma* der für *Asthenosoma* typischen Längsmuskeln: ein Beweis, daß die Gattung *Hygrosoma* der Gattung *Phormosoma* sehr nahe steht.

Der auffälligste Charakter der Gattung *Sperosoma* wird durch die Verbreiterung der Ambulacralzonen „infolge der Ausdehnung der porentragenden Platten" bedingt; die Platten erreichen eine Größe, die der der gewöhnlichen Ambulacralplatten ziemlich nahe kommt. Koehler, der zuerst die Gattung *Sperosoma* aufstellte (S. 15), schildert die Ambulacralreihen folgendermaßen. „Celles-ci forment dans chaque zone, sur la face ventrale, deux rangées médianes accompagnées de chaque côté par trois rangées distinctes de plaques porifères dont chacune offre une paire unique de pores. Les zones interambulacraires de la face ventrale sont au contraire considérablement rétrécies. Sur la face dorsale, les pores aquifères forment, au milieu de chaque zone ambulacraire, une rangée médiane unique et régulière et ces zones ambulacraires offrent la même largeur que les zones interambulacraires." Was die innere Anatomie anbelangt, so ähnelt die Gattung *Sperosoma* der Gattung *Asthenosoma* durch die enorme Ausbildung der Stewart'schen Organe und durch einen sonderbaren Muskelapparat, auf den wir später noch zu sprechen kommen werden.

Der deutschen Tiefsee-Expedition war es geglückt, zwei neue Species von *Sperosoma* zu erbeuten, die Döderlein *Sp. biseriatum* und *Sp. durum* nannte. Erstere wurde im Indischen Ocean auf Station 352 und auf Station 249 nahe der ostafrikanischen Küste gedredscht. Döderlein giebt im Zoologischen Anzeiger, Bd. XXIV, S. 20 folgende Beschreibung dieser neuen interessanten Form, die wir noch genauer schildern werden:

„Die bisher nur in einer Art (*S. Grimaldii*) aus den Tiefen des Atlantischen Oceans bekannte Gattung *Sperosoma* Koehler findet sich auch im Indischen Ocean. Von *S. Gr.* unterscheidet sich die indische Art besonders dadurch, daß auf der Buccalseite die Verbreiterung des Ambulacralfeldes weniger auffallend ist und daß auf der Apikalseite die Ambulacralporen in jeder Hälfte des Ambulacralfeldes in zwei um 4—5 mm voneinander entfernten Meridianreihen angeordnet sind.

Der Durchmesser des wohlerhaltenen Exemplares beträgt 182 mm (das unsere hatte einen solchen von 205 mm!), der des Apikalfeldes 22 mm. An der Peripherie der Schale ist das Interambulacralfeld 44 mm breit, das Ambulacralfeld 65 mm; etwa 50 mm vom Mittelpunkt entfernt verhält sich die Breite des Interambulacralfeldes zu der des Ambulacralfeldes auf der Apikalseite wie 27 zu 33, auf der Buccalseite wie 27 zu 43. Die Zahl der Interambulacralplatten beträgt auf der Apikalseite 25, auf der Buccalseite 10 in einer Reihe, die der äußeren Ambulacralplatten ist auf der Apikalseite 35, auf der Buccalseite 16.

Station 252, nahe der Küste von Ostafrika, 1019 m Tiefe."

Es war mir von großem Interesse, außer der Gattung *Phormosoma*, speziell *Ph. indicum*, auch die Gattungen *Hygrosoma*, *Sperosoma* und *Asthenosoma* in den Kreis meiner Untersuchungen ziehen zu können, weil einerseits *Ph. indicum*, *H. aethiopicum*, *Sp. biseriatum* neue, von der

deutschen Tiefsee-Expedition entdeckte Formen sind und andererseits die inneranatomischen Verhältnisse bei diesen drei Gattungen bisher recht stiefmütterlich behandelt worden waren.

Meine anatomischen Untersuchungen erstreckten sich auf Vertreter der Gattungen *Phormosoma, Hygrosoma, Sperosoma* und *Asthenosoma*. Da der innere Bau der Echinothuriden — mit Ausnahme des durch die beiden Sarasin eingehend geschilderten *Asthenosoma* — bisher kaum erforscht war, so hoffe ich eine fühlbare Lücke in unseren Kenntnissen zum Teil ausfüllen zu können.

Phormosoma indicum und *Hygrosoma aethiopicum* wurden am 22. März 1899 auf Station 246 gedredscht. Beide stammen aus einer Tiefe von 818 m und waren im Pembakanal erbeutet worden. Am 24. März gerieten abermals *Ph. indicum* ins Netz und zwar bei Station 251 aus 693 m Tiefe.

Döderlein (39) beschreibt diese beiden neuen Formen folgendermaßen:

Phormosoma indicum nov. spec.

Buccalfeld mittelgroß, 40—29 Proz. des Schalendurchmessers (32—122 mm). Zahl der dorsalen Coronalplatten groß, 9—11 interambulacrale und 13—25 ambulacrale in jeder Reihe. Dorsale Primärwarzen sehr spärlich, fehlen mindestens den 5 ersten adanalen Platten jeder Reihe, sowie vielen anderen. Auf vielen Stationen bei Westsumatra und Ostafrika, 463—977 m Tiefe. — Die Art steht dem *Ph. bursarium* A. Agassiz sehr nahe, hat ein kleineres Buccalfeld und viel spärlichere Primärwarzen auf der Dorsalseite.

Hygrosoma aethiopicum nov. sp.

Dorsale Ambulacralplatten sehr zahlreich, etwa 40 in einer Reihe bei 150 mm Schalendurchmesser. Klappen der tridentaten Pedicellarien mit nicht sehr verbreitertem Endteile. Station 246, 247, 251, nahe der ostafrikanischen Küste, in 693—863 m Tiefe. Die Art unterscheidet sich von *Hygrosoma luculentum* (A. Ag.) durch den schmalen Endteil der tridentaten Pedicellarien, von *Hygrosoma hoplacanthum* (A. Agassiz) und *Hygrosoma Petersi* (A. Agassiz) durch die zahlreichen Ambulacralplatten.

Die neue Species *Sperosoma biseriatum* stammt von Station 249 aus einer Tiefe von 748 m und wurde am 23. März gefangen.

Außerdem zog ich noch ein Exemplar von *A. varium* Grube heran, das ich Herrn Geh. Hofrat Meyer verdanke, der diese Form bei Cebù erbeutete. *Asthenosoma varium* lebt ebenso wie *A. urens* im Flachwasser.

Untersuchungsmethode.

Das überaus wertvolle Material von *Phormosoma indicum, Hygrosoma aethiopicum* und *Sperosoma biseriatum* war mit 80-proz. Alkohol konserviert worden. Der Durchmesser der Exemplare von *Ph. ind.* schwankte zwischen 3,8 und 13,2 cm, der von *H. aethiop.* zwischen 3,2 und 13,6 cm. Das Exemplar *Sp. biseriat.* hatte einen Durchmesser von 20,5 cm und das von *A. Grubei* einen solchen von 7,6 cm.

Zur Entkalkung diente anfänglich Pikrinsäure, die bis zur Sättigung in 80-proz. Alkohol gelöst war. Obwohl die Lösung alle 3 Tage erneuert wurde, so bewährte sie sich doch nicht, da oftmals die Präparate geschrumpft waren. Gute Resultate lieferte dagegen eine folgendermaßen zusammengesetzte Entkalkungsflüssigkeit:

95 Teile 80-proz. Alkohol,
2 „ Salzsäure,
3 „ Pikrinsäure.

In diesem Entkalkungsgemisch, das mehrmals gewechselt wurde, verblieben die Präparate etwa 2 Wochen. Sie wurden dann in 80-proz. Alkohol so lange ausgewaschen, bis eine Färbung des Alkohols durch Pikrinsäure ausblieb. Die Dicke der in gewohnter Weise in Paraffin eingebetteten Präparate durfte für histologische Zwecke 5 μ nicht überschreiten.

Als Färbemittel verwendete ich für dünne Schnitte (3—5 μ) die Heidenhain'sche Hämatoxylin-Eisenalaunfarbe, für dickere Schnitte (von 10 μ aufwärts) benutzte ich Hämalaun oder Hämatoxylin „Ehrlich". Bei Objekten, die vorher mit Pikrinsäure enthaltender Lösung entkalkt worden waren, diente Pikrokarmin zum Färben.

Unsere Untersuchungen wurden im Wintersemester 1902 begonnen und im Sommersemester 1904 im Zoologischen Institut des Universität Leipzig beendet.

Erster Teil.

Aeussere Topographie.

a) *Phormosoma indicum.*

Ein Uebelstand, der die Betrachtung des äußeren Habitus der Echinothuriden sehr erschwert, ist der, daß die weichschaligen Echinothuriden nach dem Tode sofort mehr oder weniger kollabieren. Von den mir vorliegenden Exemplaren von *Ph. indicum* und *H. aethiopicum* sind sämtliche bis auf ein wundervoll erhaltenes *Ph. indicum* kollabiert. Dieses letztere Exemplar wollen wir der Beschreibung der äußeren Form zu Grunde legen.

Es besitzt einen Durchmesser von 7 cm und ist gelblichbraun gefärbt. *Ph. indicum* ähnelt durch die dichtere Bewarzung der Ventralseite dem *Ph. bursarium* und dem *Ph. placenta*, unterscheidet sich aber von letzterem durch die Größe der Coronalplatten, von ersterem durch die Bewarzung auf der Ventralseite; während nämlich bei *Ph. bursarium* nach der Peripherie zu die letzten Interambulacralplatten 4 Primärwarzen tragen, finden sich bei *Ph. indicum* 2, ganz vereinzelt auch 3 Warzen. Leider verlieren die Exemplare am Sonnenlicht ihre Färbung und werden gebleicht. Wir konnten mehrfach beobachten, daß die dem Sonnenlicht zugekehrten Seiten, sowohl bei dem gelblichbraunen *Ph. indicum* als auch bei dem violetten *H. aethiopicum* ihre Farbe verloren. Koehler schreibt (S. 16), die violette Farbe von *Sperosoma* scheine im Alkohol sich leichter zu verfärben als die von *Phormosoma*. Ich glaube, daß der Alkohol zum kleinsten Teile die Schuld an der Bleichung trägt und daß die Wirkung des Sonnenlichtes die Hauptursache der Verfärbung ist.

Die Höhe des *Ph. indicum* beträgt ungefähr ein Viertel des Durchmessers; das obenerwähnte Exemplar mißt in der Hauptachse ca. 17 mm. Die Dorsalseite ist so spärlich mit Stacheln besetzt, daß die Platten und Suturen der Platten deutlich hervortreten. Die Interambulacralfelder erscheinen doppelt so breit als die Ambulacralfelder. Auf den Interambulacralfeldern fallen die in das Gebiet des Periprokts gehörenden großen, nierenförmigen Genitalplatten auf. Die Madreporenplatte ist ziemlich groß; bei kleinen Exemplaren ist sie fast ebenso umfangreich wie bei großen Exemplaren.

Auffällig ist es, daß bei *Ph. indicum* zwei Madreporiten von verschiedener Größe auftreten (sie sind auf der untenstehenden Textfig. 1 deutlich zu erkennen). Der größere mag als Hauptmadreporit bezeichnet werden.

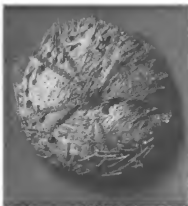


Fig. 1. Dorsalseite von *Phormosoma indicum*. (Nat. Gr.)

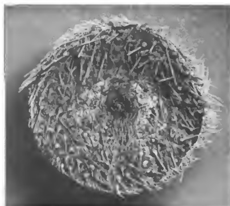


Fig. 2. Ventralseite von *Phormosoma indicum*. (Nat. Gr.)

Was die Bewarzung anbelangt, so ist, wie schon erwähnt, die Dorsalseite nur spärlich mit Stacheln besetzt. Primärwarzen finden sich nur in der Nähe des Ambitus vor. Das Ambulacralfeld trägt nur 2—6 Primärwarzen, die auf die 5 ersten Ambulacralplatten vom Ambitus aus verteilt sind. Ferner trifft man in der Nähe der Peripherie Sekundärwarzen und vereinzelte Miliarwarzen an.

Aehnlich verhalten sich die Interambulacralfelder. Die Primärwarzen sind auch hier auf die Region in der Nähe des Ambitus beschränkt und zwar tragen die beiden hintereinander stehenden Platten, von der Peripherie aus gerechnet, in der Regel 2, hier und da auch 3, die folgende 3. Platte nur 1 Primärwarze. Daß auch noch die 4. Interambulacralplatte eine Primärwarze aufweist, kommt wohl vor, aber nur vereinzelt. Im übrigen zeigen sich Sekundär- und Miliarwarzen, erstere fast nur in der Nähe des Ambitus.

Die den Periprokt bildenden Täfelchen tragen je eine Stachelwarze. Der After liegt fast central und es erscheint die Analöffnung im Gegensatz zu jener der Stereosomata sehr groß.

Bei der Betrachtung der Ventralseite fallen zuerst die 5 Zahnspitzen des Kauapparates, die von einem Muskelwulst umgeben sind, ins Auge. Ferner treten die 10 Kiemenbüschel hervor und überraschen durch ihre Größe. Das Peristom nimmt ein Drittteil des Durchmessers in Anspruch; jede der 70—90 Tafeln, die das Peristom bilden, ist mit Miliarwärzchen versehen. Auf den Ambulacralfeldern weisen, vom Ambitus aus betrachtet, 3 Platten in jeder Reihe je eine Primärwarze auf, oft ist auch noch das 4. Plattenpaar Träger je einer Primärwarze. Sekundär- und vor allem Miliarwarzen sind überall auf dem Ambulacralfelde anzutreffen.

Von den Tafeln der Interambulacralfelder tragen die erste an der Peripherie 2—3, die folgenden 2 oder 3 Tafeln je 2 Primärtuberkel. Sekundär- und Miliarwarzen finden sich auch hier verteilt vor, letztere wieder in Menge.

b) *Hygrosoma aethiopicum.*

Die Farbe von *Hygrosoma* ist ein dunkles Violett; der äußere Habitus von *H. aethiopicum* erinnert an *Phormosoma (Echinosoma) uranus*, doch fehlen die für letztere Art charakteristischen, am Ende trichterförmig gestalteten Stacheln auf der Ventralseite. Die großen Stacheln waren bei unseren Exemplaren sämtlich abgebrochen, es ließ sich also nicht konstatieren, ob sich keulenförmige oder am Ende trichterförmig gestaltete Stacheln vorfinden. Hinsichtlich der Bewarzung sei folgendes erwähnt: Auf der Ventralseite tragen bei *H. aethiopicum* (vom Ambitus an!) die beiden ersten Ambulacralplatten je eine Primärwarze, die Interambulacralplatten auf beiden Seiten des Interambulacralfeldes 2 Primärwarzen, die zweite und dritte je eine Primärwarze. Sekundärwarzen waren nur spärlich auf den Ambulacral- und Interambulacralfeldern nachzuweisen, dagegen in Menge Miliarstachelwarzen. Auf der Dorsalseite kommen Primärwarzen ziemlich unregelmäßig verteilt vor. Die drei ersten Ambulacralplatten trugen in der Regel je eine Primärwarze.

Auf den Interambulacralfeldern waren Primärwarzen außer auf den beiden ersten Platten, wo sich deren zwei fanden, noch auf der 4. oder 5. Platte, von der Peripherie aus, in der Einzahl anzutreffen. Sekundärwarzen zeigten sich häufiger. Miliarwarzen waren auch bei *H. aethiopicum* auf der Dorsalseite in größerer Anzahl verstreut.

Die Kiemen sind bei den mir vorliegenden Exemplaren von *H. aethiopicum* nur kümmerlich ausgebildet und zeigten weniger Verzweigungen als die von *Ph. indicum.*

Die ovale oder rundliche Madreporenplatte tritt nicht in dem Maße hervor wie bei *Ph. indicum.*

Am Peristom war keine Hautscheide um die Stacheln wahrnehmbar, dagegen wiesen die Peristomstacheln Dornen auf, die reihenartig sich an der Außenseite fanden.

Die Ambulacralfüßchen sind länger als die bei *Ph. indicum*; sie setzten sich auch auf das Peristomfeld fort, dessen Platten genau wie bei *Ph. indicum* perforiert sind. Die Ambulacralfüßchen sind mit einem kleinen, gelben, eichelförmig gestalteten Köpfchen versehen.

c) *Sperosoma biseriatum.*

Die Farbe des *Sp. biseriatum* ist auf der Dorsalseite gelblichbraun, die Ventralseite weist dagegen eine hellviolette Färbung auf. Offenbar macht sich in diesem verschiedenen Verhalten die Wirkung des Sonnenlichtes geltend, welches die ihm zugekehrte — ursprünglich hellviolette — Dorsalseite bleichte.

Auf der Dorsalseite zeigen die Interambulacralfelder eine stärkere Bewarzung als die ambulacralen Zonen. Wie schon Koehler bei *Sp. Grimaldii* nachwies, bilden die Primärwarzen gegen die Mitte der Plattenreihen eine regelmäßige Linie bis in die Nähe des Apikalsystems. An der Peripherie stehen Primärwarzen, die kleiner sind als die entsprechenden auf der Ventralseite und zwar auf mancher Interambulacralplatte 3, oft aber auch nur 2 oder 1; bisweilen tragen die Platten auch keine Primärtuberkel, sondern nur vereinzelte Sekundärwarzen und Miliarwarzen.

Auf der Ambulacralzone tragen die Platten Primärwarzen nur in der Einzahl und im allgemeinen jedes Ambulacralfeld nur wenige. Sekundär- und Miliarwarzen waren ebenfalls vorhanden, erstere aber nur spärlich. Es ist bedauerlich, daß sämtliche größeren Stacheln bis auf Stummel von 11 mm abgebrochen waren.

Das Apikalsystem überrascht durch seine geringe Dimension, die ca. 1/8 des Gesamtkörperdurchmessers beträgt. Der Madreporit fällt dagegen durch seine Größe auf; er besteht aus mehreren Platten. Der Ambitus weist nur Sekundär- und Miliarwarzen auf, erstere finden sich nur in geringer Menge verstreut.

Die Ventralseite bietet ein gänzlich anderes Bild als die Dorsalseite. Auf den Interambulacralfeldern sind die 4 ersten Peripherieplatten auf jeder Reihe Träger von 2 Primärwarzen, die größer als die der Dorsalseite sind; die nächsten 2 Platten, oft auch nur die nächste, tragen nur eine Primärwarze, sonst finden sich Sekundärwarzen, mitunter 3 auf einer Platte, und Miliarwarzen.

Die ambulacrale Zone ähnelt der der Dorsalseite.

Die Primärwarzen sind auf den 6 Peripherieplatten des Ambulacralfeldes anzutreffen und zwar stehen sie in einer Reihe hintereinander, außerdem finden sich Sekundär- und Miliarwarzen vor.

Das Peristomfeld nimmt 1/7 des Gesamtdurchmessers in Anspruch. Man sieht die 5 spitzen Zähne und den deutlich ausgeprägten Wulst, der die Zähne umgiebt. Das Mundfeld ist mit keulenförmigen Stacheln besetzt und zwar stehen mehrere auf einer jeden Platte. Es setzt sich aus imbrizierten, d. h. dachziegelartig sich deckenden Platten zusammen, von denen 9 in einer Reihe hintereinander stehen.

An der Peripherie des Mundfeldes fallen die großen reichverzweigten Kiemenbüschel auf.

Die Ambulacralanhänge sind auf der Ventralseite länger als auf der Dorsalseite und ebenfalls wie die von *H. aethiop.* und *Ph. indicum* mit einem eichelförmigen Ende versehen.

Die äusseren Skelettanhänge.

1. Die Stacheln.

Man kann bei *Ph. indicum* vier Stachelformen unterscheiden:

a) die Stacheln des Peristoms,
b) die Miliarstacheln,
c) die Sekundärstacheln,
d) die Gift- oder Keulenstacheln.

a) Die auf dem Peristomfeld stehenden Stacheln erreichen eine größte Länge von ca. 7 mm, nach dem Munde (den Zähnen) zu werden sie immer kleiner und sind zuletzt nur 1—2 mm lang. Ihr Ende ist kolbenförmig, an der Spitze sind sie abgerundet, der Schaft steckt, im Gegensatz zu dem von *H. aethiopicum*, in einer Hautscheide, die der der Gift- oder Keulenstacheln der Ventralseite nicht unähnlich ist.

Es ist fraglich, ob wir es bei den in Hautscheiden steckenden Peristomstacheln nicht mit modifizierten Gift- oder Keulenstacheln zu thun haben.

b) Die Miliarstacheln ähneln den vorerwähnten insofern, als sie nur den, von keiner Haut umgebenen Stachelschaft der Peristomstacheln darzustellen scheinen. Sie laufen in eine feine, unter der Lupe hellglänzend erscheinende Spitze aus. Die Miliarstacheln, die sich auf dem ganzen Körper, vom Mundfeld abgesehen, verbreitet finden, erreichen eine Länge von 8 mm, meist trifft man sie aber nur 5—6 mm lang an.

c) Die Sekundärstacheln sind besonders am Ambitus in größerer Menge zu finden und erreichen die beträchtliche Länge von 16 mm. Wie die Miliarstacheln enden sie zugespitzt. Während wir bei *A. varium* bei den großen Stacheln dunkle Querbänder finden, ist kein Unterschied zwischen der Farbe der Stacheln und der Gesamtfärbung weder bei *Ph. indicum*, noch bei *H. aethiopicum* festzustellen.

d) Die interessanteste Stachelform ist der nur auf die Ventralseite beschränkte Gift- oder Keulenstachel. Diese Giftstacheln scheinen nur einigen Echinothuriden eigentümlich zu sein, denn bei *H. aethiopicum* und *Sp. biseriatum* konnte ich die Existenz derartiger Stacheln nicht nachweisen. Es scheint, wie aus dem Bericht der beiden Sarasin zu entnehmen ist, an manchen Küsten eine gewisse Furcht vor den weichschaligen Seeigeln zu herrschen, eben ihrer Giftstacheln wegen, und doch ist der „Giftstachel" jedenfalls erst in zweiter Linie der Erreger des schmerzhaften Gefühls, denn zum „Stechen" ist der Gift- oder Keulenstachel völlig ungeeignet, da er, wenigstens bei *Ph. indicum*, der Spitze entbehrt; vielmehr scheint erst nach einer Verwundung durch irgend einen anderen spitzen Stachel das Sekret, das sich in den Drüsen des Giftstachels findet, ätzend zu wirken und Entzündungen hervorzurufen.

So schreibt Agassiz (11; S. 71): „It is quite dangerous to handle these specimens when alive (ov even in spirits); the wounds they made with their numerous minute sharp stinging spines producing a decidedly unpleasant sensation, accompanied with a slight numbness, fully as painful as that occasioned by the stinging of a Physalia."

P. und F. Sarasin haben wohl nicht ohne Grund ihrem von ihnen beschriebenen *Asthenosoma* den Speciesnamen „*urens*" beigelegt. Der von ihnen beschriebene Giftstachel ist freilich ein völlig anderes Gebilde als der von *Ph. indicum*, weil jener mit einer enorm feinen Spitze versehen ist, aus welcher durch eine Oeffnung das giftige Sekret des „Giftköpfchens" in die Wunde treten kann. Ueber die Gefährlichkeit des Giftstachels bei *A. urens* berichten die beiden Sarasin (S. 84): „Als wir das Tier angreifen wollten, warnten uns die Leute eindringlich; sie sagten, es schmerze heftig und mache Fieber; der Taucher, der es gefunden, habe es nicht angefaßt, sondern mit einer Kokosnußschale aus der Tiefe geholt. So berührten wir es vorsichtig mit der Fingerspitze, fühlten aber sofort sehr heftig brennenden Schmerz, wie von mehreren Immenstichen . . . . .".

Auch einige Mitglieder der deutschen Tiefsee-Expedition sollen sich von der Wirksamkeit des Gift- oder Keulenstachels des lebenden *Ph. indicum* überzeugt haben.

Die Giftstacheln von *Ph. indicum* sind, wie schon erwähnt, auf die Ventralseite beschränkt im Gegensatz zu denen von *A. urens*, die „in regelmäßigen Alleen auf den Interambulacren verlaufen und auch .... an anderen Stellen hin und wieder zerstreut sind" (SARASIN, S. 124).

Histologie.

Betrachten wir das Bild, das die beiden SARASIN vom Giftköpfchen des *A. urens* entwerfen! Sie berichten folgendermaßen (S. 124): „Dasselbe (Giftköpfchen) ist in seiner ganzen Länge von einem feinen Stachel durchsetzt, dessen Spitze nur wenig oder gar nicht aus der weichen Hülle hervorschaut; fast in seinem ganzen Verlauf ist er von regelmäßig angeordneten Porenlängsreihen durchbrochen; nur die fein ausgezogene Spitze des Stachels zeigt diese Reihen großer Poren nicht, sondern bloß einzelne wenige, namentlich in der Nähe des, wie stärkere Vergrößerung lehrt, außerordentlich scharf messerförmig zugeschliffenen Stachelendes zerstreute Oesen".

Wir erwähnten schon, daß das Giftköpfchen des „Keulenstachels" bei *Ph. indicum* einen anderen Bau aufweist, als das von *A. urens*. Wohl ist auch bei *Ph. indicum* das Giftköpfchen von einem stachelähnlichen Stab durchsetzt, doch durchbricht dieser nicht die Hülle. Der Stab wird vielmehr nach oben zu breiter, die Poren in den Längsreihen rücken enger aneinander, plötzlich verjüngt sich der Stab und endet in einer selbst dann noch zum Stechen gänzlich ungeeigneten stumpfen Kuppe, wenn das Stabende den es umhüllenden Beutel durchdringen würde. Auf der den Stachel umgebenden Hülle finden wir, wie bei *A. urens*, Pigmentzellen verstreut. Ein Längsschnitt durch den Keulenstachel bei *Ph. indicum* liefert uns das auf Textfig. 3 dargestellte Bild. Wir sehen in der Mitte den Stachelschaft, in dessen Wandung die Porenlängsreihen verlaufen. Er wird durch Diaphragmen (*D*), die aus Bindegewebe bestehen, in verschiedene Etagen zerlegt. Nach oben verbreitert sich der Schaft, bis er plötzlich abgestutzt endet. Er wird von einem spongiösen Gewebe umgeben, das bindegewebiger Natur ist und zahlreiche Kalkpartikelchen eingelagert enthält. Die Hohlräume (*K*) auf Textfig. 3 sind infolge der Auflösung der Kalkteilchen durch die Entkalkungsflüssigkeit entstanden. Weit außerhalb des spongiösen Gewebes (*NW* Textfig. 4), in ziem-

Fig. 3.

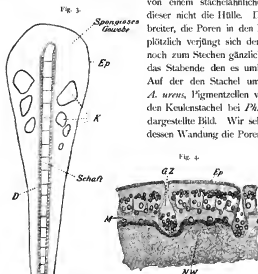


Fig. 3. Schema des Stachellängsschnittes (Keulenstachel). (Vergr. 12.) *D* Diaphragmen. *Ep* Epithel.

Fig. 4.

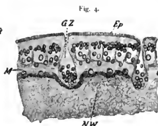


Fig. 4. Querschnitt durch das Giftköpfchen. Randteil. Vergr. 426. *M* Muskulatur. *GZ* Gift-Sekretzellen. *Ep* Epithel. *NW* Maschennetz.

licher Entfernung vom Stachelschaft sehen wir einen schmalen, aus kontraktilen Fasern bestehenden Streifen (*M*). In der äußeren Bindegewebsschicht finden wir lange flaschenförmige Drüsenzellen (*GZ*) eingebettet, die durch einen schlauchförmigen Verbindungsgang nach außen münden. Diese Zellen sind nur im oberen Teil des Stachelköpfchens wahrnehmbar. Sie sind mit einem gelblichen Sekret angefüllt. Außen findet sich eine dünne Epithelschicht.

Was nun die Funktion der Giftköpfchen anbelangt, so bewirkt eine Kontraktion der kontraktilen Fasern, daß das in den Drüsenzellen befindliche Sekret herausgepreßt wird. Es dürfte in erster Linie zur Verteidigung dienen.

Die Vermutung, daß das Sekret lösend auf die kalkhaltigen Schalen von Beutetieren einwirke (analog der Säure abscheidenden schüsselförmigen Bohrdrüse der *Natica*), darf als nicht unberechtigt gelten.

Was den Stachelquerschnitt von *H. aethiopicum* und *Ph. indicum* anbelangt, so ist eine große Aehnlichkeit mit dem von Hesse (32) Taf. XIII, Fig. 4 von *Diadema* dargestellten Bild unverkennbar. Von den sich am Aufbau der Stachelwand beteiligenden Skeletteilen, als Radiärsepten, Interseptalgebilden und einer Deckschicht, waren Interseptalgebilde weder bei *Ph. indicum*, noch bei *H. aethiopicum* nachzuweisen. Unter Interseptalgebilden versteht Hesse (32), der eingehende Untersuchungen über die Mikrostruktur der fossilen Echinoideenstachel angestellt hat, a) Querbälkchen, b) Querleistchen, c) Interseptalgewebe.

Von den Radiärsepten, unter denen Hesse je nach ihrem Querschnitt 1) lamellare Radiärsepta, 2) keilförmige, 3) beil- bis fächerförmige, 4) keulen- oder birnenförmige, 5) kelchförmige unterscheidet, beobachtete ich nur die unter 3) erwähnten beil- bis fächerförmigen Radiärsepta. Eine Gesetzmäßigkeit in Bezug auf die Anzahl der Septen ließ sich bei keiner der von mir untersuchten Stachelformen feststellen. Wenn Hesse S. 197 schreibt: „Eine gegenseitige Berührung der Radiärsepten an ihrer Peripherie zu einer kontinuierlichen Außenschicht findet

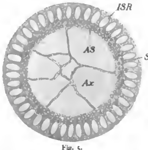


Fig. 5.

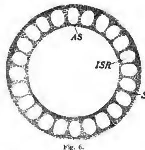


Fig. 6.

Fig. 5. Stachelquerschnitt von *Hygrosoma aethiopicum*. (Vergr. 86.) *Ax* Axialkanal. *S* Septum. *As* Axialscheide. *ISR* Interseptalraum.
Fig. 6. Stachelquerschnitt von *Phormosoma indicum*. (Vergr. 60.) *ISR* Interseptalraum. *As* Axialscheide. *S* Septum.

nirgends statt", so trifft dies weder bei *H. aethiopicum* noch bei *Ph. indicum* zu, vielmehr ist eine deutliche „gegenseitige Berührung der Radiärsepten an der Peripherie" zu konstatieren.

Ueber die Stachelachse findet sich bei Hesse S. 200 folgendes: „Die Stachelachse kann entweder gebildet werden von einem Röhrenkomplex oder einem spongiösen Gewebe, oder aber

sie kann hohl sein, also als Axialkanal (Centralkanal) entwickelt sein, um welch letzteren eine Axialscheide zur Ausbildung gelangen kann." Bei unseren Formen *Ph. indicum* und *H. aethiopicum* ist ein Axialkanal deutlich nachweisbar, der vor allem durch seine ansehnliche Größe auffällt. Bei *Diadema* nimmt der Axialkanal etwa zwei Fünftel des Stacheldurchmessers in Anspruch, bei *H. aethiopicum* und *Ph. indicum* etwa zwei Drittel. Den Axialkanal begrenzt eine ziemlich breite Axialscheide (Textfig. 5, 6 *AS*).

In ihr ist ein weitmaschiges, spongiöses Gewebe aufgehängt.

Die Stachelwand besteht bei *Ph. indicum* aus 24 Radiärsepten, bei *H. aethiopicum* aus 41 Radiärsepten, je zwei umschließen den bei *Ph. indicum* fast kreisrunden, bei *H. aethiopicum* birnförmig bis oval gestalteten Interseptalraum (Textfig. 5 und 6).

Hesse unterscheidet 6 Stacheltypen, nämlich:

1) den Typus	*Cidaris*	4) den Typus	*Clypeaster*
2) „ „	*Echinus*	5) „ „	*Scutellidae*
3) „ „	*Diadema*	6) „ „	*Spatangus.*

Da man nun im Zweifel ist, ob die Echinothuriden den Cidariden oder den Diadematiden näher stehen, so dürfte es sich empfehlen, den Typus *Cidaris* und den Typus *Diadema* genauer zu betrachten. Hesse beschreibt den Typus *Cidaris* folgendermaßen (S. 206):

„Axialer Röhrenkomplex; lamellare, in ihrer ganzen Flächenausdehnung perforierte Radiärsepta, gegenseitig zusammengehalten durch interseptale Querbälkchen; eine Deckschicht vorhanden, diese mit Kanälchen".

Den Typus *Diadema* charakterisiert Hesse wie folgt:

„Axialkanal mit septal und interseptal perforierter Axialscheibe. Im Querschnitt beil- oder kelchförmige Radiärsepta; diese nur an ihrer Basis perforiert; zwischen ihnen 2—3 Cyklen von Interseptalleisten."

Vergleichen wir nun den Stachel von *H. aethiopicum* und *Ph. indicum* mit beiden eben erwähnten Stacheltypen, so kommen wir zu dem Resultat, daß *Hygrosoma* und *Phormosoma* einen dem Typus *Diadema* gleichen Stachelbau aufweisen, wenn wir von der Bildung der bei *Diadema* sich findenden Interseptalleistchen absehen.

Wir können also unsern Befund über den Stachelquerschnitt bei *Ph. indicum* und *H. aethiopicum* folgendermaßen zusammenfassen:

Axialkanal, umgeben von einer von horizontalen Röhren durchsetzten Axialscheide. Der Axialkanal besitzt 2/3 des Stacheldurchmessers. Im Kanal findet sich ein weitmaschiges Gewebe. Bei *Ph. indicum* 24, bei *H. aethiopicum* 41 beilförmige, an der Peripherie des Stachelquerschnitts verbundene Radiärsepta. Interseptalleistchen fehlen.

2. Die Sphäridien.

Untersucht man die Ambulacralfelder genauer, so fallen neben den Ambulacralfüßchen kleine rundliche glasig-durchsichtige Gebilde auf, die einzeln, oft aber auch zu zwei oder drei nebeneinander stehen: es sind die von Lovén eingehend beschriebenen Sphäridien. Sie sind

bei allen Echinoiden anzutreffen, außer bei den Cidariden. Bei *Ph. indicum* und *H. aethiopicum* stehen die Sphäridien freibeweglich **auf die Ventralseite beschränkt, vor** den Ambulacralfüßchen (vom Munde aus).

Sie sind vom Körperepithel überzogen, das den rundlich bis oval gestalteten Kopf in Form eines Plattenepithels, das von Wimpercilien bedeckt ist, überzieht. Die Sphäridien sind durch einen kurzen, von einem dünnen Gittergerüst durchzogenen Stiel an die Hautoberfläche befestigt. Diesen aus Bindegewebe bestehenden Stiel umgibt eine „Muskelhülse“ und das Ring-

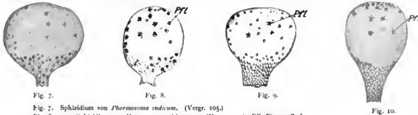


Fig. 7. Sphäridium von *Phormosoma indicum*. (Vergr. 105.)
Fig. 8 u. 9. Sphäridien von *Hygrosoma aethiopicum*. (Vergr. 105.) Pfl. Pigmentflecken.
Fig. 10. Sphäridium von *Asthenosoma Grubei*. (Verg. 105.)

ganglion. Bei *Ph. indicum* (Textfig. 7) ist der Stiel des Sphäridiums dünn und kurz. Außerdem läßt sich eine größere Menge von Pigmentflecken nachweisen. Bei *H. aethiopicum* giebt es zweierlei Sphäridien, feigenförmige, häufiger vorkommende mit einem dicken Stiel (Fig. 9) und olivenförmige mit einem dünnen Stiel (Textfig. 8). Bei *A. varium* ist das Sphäridium sehr in die Länge gezogen (Textfig. 10). Auf sämtlichen finden sich Pigmentflecken verstreut.

3. Die Pedicellarien.

Von den für die Systematik der Echinoideen so wichtigen 4 Arten von Pedicellarien, nämlich:

1) Tridactyle (tridentate) oder Klappzangen
2) Trifoliate (triphylle) oder Putzzangen
3) Gemmiforme oder Packzangen
4) Ophicephale oder Beißzangen

fanden sich bei *Ph. indicum* nur die beiden ersten, nämlich tridactyle und trifoliate Pedicellarien. Die Beißzangen fehlen. Der Mangel von gemmiformen Pedicellarien mag wohl durch die Ausbildung der Drüsen-Giftstachel bedingt sein. Von den tridactylen Pedicellarien giebt es zwei Arten bei *Ph. indicum*, solche mit stark verlängerten und solche mit kürzeren Zangen. Fig. 3, Taf. LIII [III] stellt eine Zangenklappe der ersten Art dar. Sie ähnelt einer Zangenklappe von *Ph. bursarium*, nur ist der mediane und Endteil um ein beträchtliches schmäler. Beide Arten von tridactylen Pedicellarien sind in großer Menge auf der Ventralseite und am Ambitus verbreitet. Die trifoliaten (triphyllen) Pedicellarien finden sich sowohl auf der Ventral- wie auf der Dorsalseite, auf welch letzterer die tridactylen Pedicellarien nur in geringer Anzahl und auf die Gegend des Ambitus beschränkt stehen. Die Ränder jeder tridactylen Zangenklappe sind fein gezähnt.

Zuerst glaubte ich noch eine dritte tridactyle (tridentate) Pedicellarienart bei *Ph. indicum* gefunden zu haben. Bei Durchmusterung des Peristomfeldes entdeckte ich nämlich Pedicellarien, die auf einem ganz kleinen Stiel ruhten. Die Länge einer solchen Pedicellarie beträgt ca. 1,5 mm,

wovon auf den Stiel 0,5 mm kommen. Da diese Pedicellarien zuerst nur auf dem Peristomfelde anzutreffen waren, vermeinte ich in ihnen eine dritte Pedicellarienart zu sehen. Aber bald fanden sich auch auf anderen Stellen der Ventralseite diese kleinen Pedicellarien und es konnten verschiedene Entwicklungsstadien, denn um ein solches handelte es sich bei der kleinen erwähnten Pedicellarie, wahrgenommen werden. Mortensen (36) beschreibt die Entwickelung einer trifoliaten Pedicellarie wie folgt (S. 6): „The part first formed is the basal part of the three valves and the stalk (its upper end); they seem to appear contemporaneously. From the basal part then the blade grows up, and new calcareous particles being constantly added all round, it grows in breadth and height; the apophysis is early formed . . . Where a distinkt margin is formed the growth is completed. The margin is first formed below when the definitive breadth has been reached, and is then continued towards the upper end. A large pedicellaria is begun with a broad base, a little one with a narrow base. No growth takes place when a coherent margin has been formed all round the valve."

Beim Studium der verschiedenen Entwickelungsstadien der trifoliaten und der tridactylen Pedicellarien konnte ich Mortensens Angaben bestätigen.

Man trifft nämlich zuerst eine kleine runde Erhebung auf der Schale an, die, der Größe nach, an ein Sphäridium erinnert, sich aber dadurch von ihm unterscheidet, daß sie ganz weich ist. Dieses Gebilde wächst in die Länge und scheidet Kalk ab, der zuerst überall im Gewebe nachzuweisen ist. Diese Kalkpartikelchen rücken allmählich in die Mitte des weichen Körpers und stellen die Anlage zur Bildung des Stieles und der Basalstücke der Zangen dar (Textfig. 11). Freilich läßt sich aus dieser Anlage der kalkigen Teile der Pedicellarie noch nicht schließen, ob sie eine tridactyle oder trifoliate werden wird. Erst auf späteren Stadien läßt sich entscheiden, welche Art von Pedicellarien entsteht. Verbreitern sich nämlich die Kalkteile der Zangen an der Basis (Textfig. 12), so entsteht eine tridactyle Pedicellarie, bleiben sie aber schmal, so entsteht eine trifoliate (Textfig. 13). Der kalkige Teil des Stiels liegt so lange dem Basalteil der Zangenklappen an, bis diese voll entwickelt sind, dann erst wächst der Stiel zu seiner gewöhnlichen Länge heran und der kalkige Stützstab der Pedicellarie, dessen oberes Ende dem Basalteil der Zangen angelegen hatte, entfernt sich von ihm.



Fig. 11.

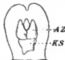


Fig. 12.

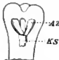


Fig. 13.

Fig. 11. Anlage der Kalkteile einer Pedicellarie. (Vergr. 43.) *BS* Basalteil des Stieles. *BZ* Basalteil der Zangen.

Fig. 12. Anlage der tridactylen Pedicellarie. (Verg. 18.) *AZ* tridactyle Zangenklappe. *KS* Kalkstiel.

Fig. 13. Anlage der trifoliaten Pedicellarie. (Vergr. 18.) *AZ* trifoliate Zangenklappen. *KS* Kalkstiel.

4. Ambulacralanhänge.

Bei Betrachtung der Ambulacralanhänge von *Ph. indicum* fällt uns auf der Dorsalseite eine Eigentümlichkeit der Ambulacralfüßchen in die Augen, insofern die Ambulacralfüßchen der inneren Reihe durch ihre, im Gegensatz zu den beiden anderen, dunkle Pigmentierung hervortreten. Die Größe der Ambulacralanhänge nimmt nach dem Analfelde zu ab.

Sonderbarerweise fehlt den Ambulacralfüßchen die Saugplatte; jedes Füßchen endet, wie Hamann (S. 43) von den „Tastfüßchen" schreibt, die allerdings nicht mit den hier erwähnten

Ambulacralfüßchen identisch sind, „verschmälert kegelförmig". Es erweckt den Anschein, als ob einem balgartig, einer Harmonika vergleichbar, gestalteten Ambulacralfüßchen an Stelle der Saugfüßchen ein eichelförmiges Gebilde aufsäße, das bei *H. aethiopicum* des violetten Körperepithelüberzugs entbehrt und gelblich-braun in der Färbung erscheint.

Die Annahme, daß wir es bei den Ambulacralfüßchen von *Ph. indicum* und *H. aethiopicum* mit den von HAMANN (S. 43) erwähnten Tastfüßchen zu thun haben, erwies sich als irrig, trotz großer Aehnlichkeit mit den von ihm von *Centrostephanus longispinus* beschriebenen. Diese sitzen „auf der Rücken- und Seitenfläche des Tieres, während auf den Ambulacralplatten der Bauchfläche (von *C. longispinus*) echte Saugfüße sich finden".

„Die Tastfüße zeichnen sich durch ihre abweichende Gestalt aus. Es fehlt ihnen die Saugplatte vollständig, und enden sie nach ihrer Endspitze zu verschmälert kegelförmig, ohne eine plattenförmige Anschwellung zu zeigen .... Diese Tastfüße können ungemein verlängert werden und erscheinen dann beinahe fadenförmig."

Die balgartige Gestaltung ermöglicht Expansion und Kontraktion des Füßchens, denn oftmals findet man, besonders bei ausgewachsenen Exemplaren von *Ph. indicum*, fadenförmig ausgedehnte Ambulacralfüßchen, sowohl auf Dorsal- wie auf Ventralseite (vergl. Fig. 1, Taf. LI [I]).

Die Ambulacralanhänge der Ventralseite sind zwar etwas länger als die dorsal stehenden, unterscheiden sich aber sonst keineswegs von ihnen. Sie greifen auch auf das Mundfeld über, dessen Platten sowohl bei *Phormosoma* wie bei *Hygrosoma* durchbohrt sind und je ein Ambulacralmundfüßchen tragen. Dafür fehlen aber die 10 für die Echiniden typischen kreisförmig angeordneten Füßchen, die den Mund umgeben, die Mundfüßchen, deren Existenz sich bei keinem der von uns untersuchten Echinothuriden nachweisen ließ.

Die erwähnten Peristomfüßchen scheinen bei *Ph. uranus* und *Sp. Grimaldii* zu fehlen, wenigstens berichtet KOEHLER nichts von ihnen und auch die Zeichnungen lassen das Vorhandensein von Peristomfüßchen vermissen, deren wir ungefähr 70—80 zu erwarten hätten. Auf den Zeichnungen, die KOEHLER vom äußeren Skelett giebt, sind nämlich die Ambulacralporen der Corona deutlich wahrnehmbar, eine Perforierung der Mundplatten ließ sich weder bei *Ph. uranus* noch bei *Sp. Grimaldii* erkennen.

Das Skelett.

Je nach der Beschaffenheit des Skelettes der Echinothuriden sind die einzelnen Gattungen benannt worden. Die genauere Untersuchung des Skeletts der einzelnen Exemplare der drei Gattungen:

Phormosoma (*indicum*)
Hygrosoma (*aethiopicum*)
Sperosoma (*biseriatum*)

ergab, daß die beiden zuerst erwähnten Gattungen sich ähneln, die dritte dagegen beträchtlich abweicht.

Was den Gang unserer Untersuchungen anbelangt, so ist er der folgende; wir untersuchten

I. die Corona von

a) *Phormosoma indicum*
b) *Hygrosoma aethiopicum*
c) *Sperosoma biseriatum*

II. das Periprokt von

a) *Phormosoma indicum*
b) *Hygrosoma aethiopicum*
c) *Sperosoma biseriatum*

III. das Peristom von

a) *Phormosoma indicum*
b) *Hygrosoma aethiopicum*
c) *Sperosoma biseriatum.*

I. Die Corona.

a) Von *Phormosoma indicum.*

Dieselbe setzt sich aus den Ambulacral- und Interambulacralfeldern zusammen. Unschwer wird man bei *Ph. indicum* die Umrisse der einzelnen Platten wahrnehmen können und beim Vergleich der Corona von *Ph. indicum* und *Ph. uranus* sich von der Regelmäßigkeit der Platten der ersteren Art überzeugen. Die Corona von *Ph. indicum* setzt sich aus überaus regelmäßig geformten Platten zusammen und zwar werden die einzelnen Interambulacralfelder aus ungefähr 28—32 Platten gebildet, von denen auf die Dorsalseite 16—18, auf die Ventralseite 12—14 Platten kommen.

Anders ist es bei den Ambulacralfeldern. Jedes der fünf Ambulacralfelder besteht aus 48—54 Platten, von denen auf der Dorsalseite 36—40, auf der Ventralseite 12—14 stehen. Eigenartig ist die verschiedene Verteilung der Ambulacralplatten auf der Ventral- und der Dorsalseite insofern, als die Anzahl der Ambulacralplatten der Ventralseite der der benachbarten Interambulacralplatten gleichkommt oder sich wenigstens nicht wesentlich unterscheidet, während die Anzahl der Ambulacralplatten der Dorsalseite fast doppelt so groß als die Anzahl der anliegenden Interambulacralplatten ist. Die Interambulacralfelder sind am Ambitus fast doppelt so breit wie die Ambulacralfelder.

Die Perforierung der Ambulacralplatten gleicht der von KOEHLER von *Ph. uranus* (= *Echinosoma uranus* MORTENSEN) beschriebenen (S. 12):

„Les pores aquifères de la face ventrale sont portés chacun par une petite plaque indépendante, entre la plaque ambulacraire principale et la limite externe de la zone; en général, trois paires de pores correspondent à chaque plaque principale au moins vers la périphérie. Sur la face dorsale, les pores ambulacraires forment une triple rangée médiane: entre les plaques principales, on observa sur la ligne médiane de chaque zone une série de petites plaques accessoires dont chacune porte deux paires de pores, et en dehors de cette rangée, on trouve en outre une troisième paire de pores portée directement par la plaque ambulacraire."

Ein Vergleich der Ambulacralplatten mit der Porenanlage bei *Ph. luculentum* (A. Ag.) und *Ph. indicum* und *uranus* beweist, daß die Anlage der porentragenden Platten, von der regelmäßigen Gestalt der eigentlichen Ambulacralplatten vielleicht abgesehen, bei allen drei Arten übereinstimmt, daß *H. luculentum*, wie Mortensen (36) das *Ph. luculentum* neu benennt, und *E. uranus* (Mortensen) (= *Ph. uranus*) doch Glieder einer großen Gruppe sind, nämlich der Gattung *Phormosoma*.

Bei *Ph. indicum* stehen also die Poren der Ventralseite, im Gegensatz zu den schräg nebeneinander in drei Reihen gelagerten Poren der Dorsalseite, hintereinander und zwar so, daß jede Ambulacralplatte nahe dem Interambulacralfelde in der Mitte ein Porenpaar trägt, jede Ecke der Ambulacralplatte da, wo letztere an das Interambulacralfeld grenzt, als kleine „unabhängige Nebenplatte" (*NP*) ein Porenpaar aufweist (Textfig. 14).



Fig. 14. Ambulacralplatte der Ventralseite von *Phormosoma indicum*. *NP* unabhängige Nebenplatte.

Auf der Dorsalseite bilden die Ambulacralporen, wie bei *Ph. uranus*, eine dreifache Medianreihe auf jeder Seite des Ambulacralfelds. Zwischen je zwei Ambulacralplatten jeder Zone treffen wir eine kleine Nebenplatte, die 2 Porenpaare trägt; die eigentliche Ambulacralplatte dagegen ist Träger nur eines Porenpaares und zwar ist letzteres nahe der Nebenplatte gelegen. Die hintereinander gelegenen Nebenplatten bilden eine gerade Linie auf jeder Zone des Ambulacralfeldes.

Was den Kalkgehalt der Schale des *Ph. indicum* anbelangt, so ist er für einen Echinothuriden so beträchtlich, daß die Schale ziemlich starr und zerbrechlich ist.

b) Von *Hygrosoma aethiopicum*.

Auch bei *H. aethiopicum* treten die violetten Platten infolge der hellen Suturen deutlich hervor, bei dieser Form ist ebenfalls die Breite der Interambulacralfelder am Ambitus doppelt so groß als die der Ambulacralzone.

Ein Ambulacralfeld wird dorsal von 34—38, ventral von 12—14 Platten gebildet, während ein Interambulacralfeld sich auf der Dorsalseite aus 16—18, auf der Ventralseite aus 12—14 Platten zusammensetzt. Man findet also eine ungefähre Uebereinstimmung zwischen der Anzahl der Platten von *Ph. indicum* und *H. aethiopicum*. Die einzelnen Platten der Interambulacralfelder stoßen in einem Winkel von ungefähr 90° bei *H. aethiopicum* zusammen, bei *Ph. indicum* in einem solchen von 60—80°.

Ein Unterschied in der Durchbohrung der Platten des Ambulacralfeldes bei *H. aethiopicum* und bei *Ph. indicum* war nicht zu konstatieren. Die Schale von *H. aethiopicum* ist ungemein dünn; es ist fast zu verwundern, daß diese leicht verletzliche Form nahezu tadellos erhalten an die Oberfläche befördert werden konnte.

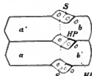
c) Von *Sperosoma biseriatum*.

Auf der Ventralseite stehen in einem Interambulacralfeld 10—11 Platten in einer Reihe; in der Nähe des Mundes weisen einzelne Platten eine Sutur auf, so daß sie aus zwei Stücken zu bestehen scheinen. Koehler konstatierte dies auch von *Sp. Grimaldii*. Am Ambitus war ein Unterschied in der Plattenbildung bei *Sp. Grimaldii* und unserer Form nachzuweisen. Es

zeigte sich nämlich, daß *Sp. biseriatum* des von Koehler (29) Taf. III, Fig. 3 abgebildeten dreieckigen Plattenstückes entbehrt, das den Uebergang von Ventral- zur Dorsalseite bildet. Es treten vielmehr bei *Sp. biseriatum* die Interambulacralplatten der Ventralseite an die bedeutend schmaleren Interambulacralplatten der Dorsalseite heran und stellen so eine Verbindung der Dorsal- und Ventralseite her. Auf der Dorsalseite betrug die Anzahl der Interambulacralplatten in einer Reihe 22. Der Durchmesser unseres Exemplares wies die ansehnliche Ausdehnung von 205 mm auf. Das Verhältnis der Größe der Ambulacralzone zu der der Interambulacralzone war am Ambitus verschieden, wir fanden als Durchschnittswert 66:60, d. h. die Ambulacralfelder waren an der Peripherie ungefähr 66 mm breit, die Interambulacralfelder dagegen 60 mm.



Die Ambulacralplatten der Ventralseite zeigen bis zur 11., bei einer Anzahl von 16 in jeder Reihe, regelmäßige Bildung, wie wir sie auf Textfig. 15 sehen. Von der 12. Platte ab, vom Ambitus an gezählt, wird der Verlauf unregelmäßig, die äußeren Ambulacralplatten werden immer kleiner und verlieren ihre pentagonale Gestalt mehr und mehr, bis sich schließlich ein Größenunterschied zwischen Haupt- und Nebenambulacralplatte nicht mehr konstatieren läßt.



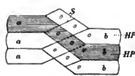


Fig. 15. Fig. 16. Fig. 17.

Fig. 15. Teil der Corona an der Peripherie von *Sperosoma biseriatum* der Ventralseite. *AZ* Ambulacralzone *JAZ* Interambulacralzone.

Fig. 16. Schema der Dorsalambulacralplatte von *Phormosoma indicum*. (Verg. 2/1.) *HP* porentragende Hauptplatte. *S* Sutur.

Fig. 17. Schema der Ambulacralplatten der Ventralseite von *Sperosoma biseriatum*. *HP* porentragende Hauptplatte. *S* Sutur.

Denken wir uns jede der zwischen zwei Hauptambulacralplatten gelegenen porentragenden Nebenplatten auf der Dorsalseite von *Ph. indicum* durch eine Sutur in der Mitte getrennt (Textfig. 16 *S*) und derart ausgedehnt, daß die porentragende Hauptplatte (Textfig. 16 *HP*) in 2 Platten geteilt wird, von denen die eine Poren trägt (b), die andere nicht (a), so erhalten wir ein annähernd zutreffendes Bild von der Gestaltung der Ambulacralfelder von *Sperosoma* (Textfig. 17).

Bei unserer Species beträgt die Breite des Ambulacralfeldes, 60 mm vom Mittelpunkt der Ventralseite entfernt, 46 mm, die des Interambulacralfeldes in gleicher Entfernung 28 mm.

Auf der Dorsalseite, 60 mm vom Mittelpunkt aus gemessen, ergab die Breite der Interambulacralfelder ca. 39 mm, die der Ambulacralzonen ca. 49 mm.

II. Das Apikalfeld.

a) Von *Phormosoma indicum.*

Das Analfeld tritt bei *Ph. indicum* sehr deutlich hervor und wird wie das von *Ph. uranus* von abgerundeten Platten von verschiedener Größe zusammengesetzt. Daß die Größe der von der Peripherie des Apikalsystems an nach dem Zentrum zu gelegenen Platten abnimmt, wie es Koehler (29) bei *Ph. uranus* konstatiert, konnten wir bei *Ph. indicum* nicht wahrnehmen, insofern sich größere und kleinere Platten, jede mit einer kleinen Stachelwarze bedeckt, unregelmäßig aneinanderreihten. Der Durchmesser des Apikalsystems beträgt ungefähr ein Viertel des Gesamtdurchmessers. Der Madreporit ist ziemlich groß und von runder Gestalt.

b) Von *Hygrosoma aethiopicum.*

Nicht viel anders als bei *Ph. indicum* liegen die Verhältnisse bei *H. aethiopicum.* War auch, was Zusammensetzung des Analfeldes anbelangt, kein wesentlicher Unterschied von *Ph. indicum* und *uranus* zu bemerken, so fällt doch das Apikalsystem von *H. aethiopicum* durch seine geringe Ausdehnung auf, die nur ungefähr ein Fünftel des Gesamtdurchmessers beträgt.

c) Von *Sperosoma biseriatum.*

Es besteht aus kleinen Platten, die ebenfalls je einen kleinen Stachel tragen. Bemerkenswert war bei meinem Exemplar die Kleinheit des Analfeldes und vor allem die Größe der dreieckigherzförmigen Madreporenplatte.

III. Die Genital- und Ocellarplatten.

a) Bei *Phormosoma indicum.*

An der äußersten Peripherie des Analfeldes ragen 10 Täfelchen besonders deutlich hervor und zwar 5 größere, die nierenförmigen Genitalplatten, und 5 kleinere, die Ocellarplatten. Eine Bewarzung beider Plattenarten fehlte. Der Genitalporus bei *Ph. indicum* liegt außerhalb der Genitalplatte, er durchdringt die Genitalplatte nicht, ein Verhältnis, das die beiden Sarasin auch von *A. urens* nachwiesen. Ich untersuchte daraufhin eine dem Sarasin'schen *Asthenosoma* verwandte Art, *A. Grubei* (*varium*), und fand bei 2 Genitalplatten, daß sie vom Genitalporus durchbohrt wurden. Bei *Ph. uranus* ist die Gestalt der Genitalplatten dreieckig.

Die Ocellarplatten sind kleiner als die Genitalplatten. Die Gestalt ersterer ist länglich; sie sind mit zwei Fortsätzen versehen, die, im Verein mit der Ocellarplatte, den außerhalb derselben gelegenen Ocellarporus von 3 Seiten umschließen. Wir fanden bei *Ph. indicum*, daß der Ocellarporus nur außerhalb der Ocellarplatte lag. Es zeigt sich also, daß hier das gleiche Verhalten zu konstatieren ist, wie bei *A. urens.* Die beiden Sarasin berichten von der Ocellarplatte von *A. urens* ebenfalls, daß der Tentakel von Fortsätzen der Platte umschlossen wird.

Bei *A. Grubei* lag gleichfalls der Ocellarporus außerhalb der Ocellarplatte.

b) Bei *Hygrosoma aethiopicum.*

Sowohl die Genitalplatten wie die Ocellarplatten sind kleiner als die entsprechenden bei *Ph. indicum* und von rundlicher Gestalt. Der Genitalporus durchdringt die Genitalplatte. Was

die Perforierung der Ocellarplatte anbelangt, so fanden wir bei zwei Exemplaren drei Ocellarplatten vom Ocellarporus durchbohrt, dagegen sieben nicht.

c) Bei *Sperosoma biseriatum.*

Die Genitalplatten sind bei *Sperosoma* sehr klein, doch immer noch größer als die Ocellarplatten. Eine Untersuchung der Platten gab leider keinen Aufschluß darüber, ob sie von den betreffenden Poren durchsetzt werden oder nicht.

Das Peristom.

Bei der Betrachtung des Peristoms wird man an die eigentümliche Gestaltung des Skeletts bei *A. Grubei* erinnert. Während bei *Ph. indicum* die Imbrication nur auf das Peristomfeld beschränkt bleibt, ist die ganze Schale von *A. Grubei* aus dachziegelartig geschichteten Platten zusammengesetzt. Im Prinzip ist das Peristom bei allen Echinothuriden gleichartig gebaut, höchstens in der Anzahl der Plattenschichten kann ein Unterschied konstatiert werden. Das Peristom von *Ph. indicum* (Textfig. 18) bildet, von außen betrachtet, eine kreisrunde Scheibe, von innen aber hat es die Gestalt eines Zehnecks. Wenn LUDWIG (9) S. 23 schreibt: „Das Peristom .... ist nicht kreisrund, sondern abgerundet pentagonal", so mag dies für *A. Grubei* zutreffen, nicht aber für *Ph. indicum* und *H. aethiopicum.*

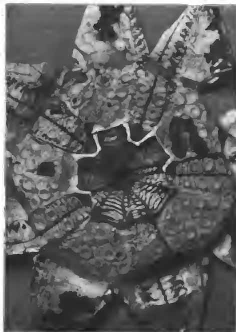


Fig. 18. Peristomfeld von *Phormosoma indicum* von innen gesehen.

Es ist interessant, daß im Aufbau der Plattenreihen des Peristoms bei den Cidariden und den Echinothuriden sich ein Unterschied ergiebt, auf den schon LUDWIG hinwies.

„Bei den Cidariden setzen sich nämlich sowohl die Platten der Ambulacren als auch die Platten der Interambulacren auf die Buccalmembran bis zum Mundrande fort; auf der Buccalmembran der Cidariden können wir also ebenso wie in der Corona aller lebenden und der meisten fossilen Echinoideen 10 Paare von Plattenreihen, 5 ambulacrale und 5 interambulacrale, unterscheiden. Bei *Asthenosoma* und

Phormosoma [und *Sperosoma*!] .... hören die interambulacralen Platten, ebenso wie bei allen anderen Seeigeln mit Ausnahme der Cidariden, am Peristomrande der Corona auf und es setzen sich nur die ambulacralen Platten auf die Buccalmembran fort." (LUDWIG [9] S. 23). Bei *A. urens* beträgt die Anzahl der Platten 9, bei *Ph. indicum* variiert sie zwischen 7—9, bei *H. aethiopicum* sind nur 5 hintereinander gelegene dachziegelartig geschichtete Platten nachzuweisen. Bei *Sp. Grimaldii* und *Sp. biseriatum* liegen 8—9 Platten am Peristom in einer Reihe hintereinander geschichtet. Wie wir schon oben erwähnten, sind die Mundplatten sämtlich Träger von Stacheln und vor allem, als Ambulacralplatten, Träger je eines Ambulacralfüßchens.

Die Aurikel.

Bei der Untersuchung des Peristomrandes an der Corona fallen die Aurikel einerseits durch ihre Größe, andererseits durch ihre zierliche Gestalt auf. Sie erheben sich auf der Grenze der ambulacralen und interambulacralen Zone. Die beiden Pfeiler oder Aurikelstücke vereinigen sich über jedem Ambulacralfeld und werden durch ein weiches Band zusammengehalten. Die Höhe des Aurikels, von der ambulacralen Verlötungsstelle an gerechnet, beträgt 7 mm; der Abstand an der Basis, zwischen den Wurzeln gemessen, 8 mm. Diese Maße gelten für ein *Ph. indicum*, dessen Durchmesser 76 mm beträgt. Der Gürtel der Apophysen kann als „geschlossen" bezeichnet werden (vergl. Textfig. 18).

Bei *H. aethiopicum* liegen dieselben Verhältnisse vor wie bei *Ph. indicum*.

Bei *Sp. biseriatum* dienen die Aurikel an der dem Ambitus zugekehrten Seite zur Anheftung der Vertikalmuskeln; sie sind kurz über der Aurikelwurzel an dem aufrechtstehenden Teile, dem Pfeiler, befestigt.

Das Integument.

Die drei Schichten des Integuments sind die folgenden:

a) das äußere Körperepithel,

b) die darunter liegende, von Kalkpartikeln durchsetzte Bindegewebsschicht,

c) das nicht direkt zum Integument gehörige Endothel der Leibeshöhle.

a) Vom Körperepithel ist der ganze Körper in der Regel mit allen seinen Anhängen, Stacheln, Pedicellarien u. s. w. überzogen. Ich sage „in der Regel", denn ich fand, daß bei den Ambulacralanhängen von *Ph. indicum* und *H. aethiopicum* die eichelförmig gestaltete Endkuppe der Ambulacralfüßchen vom gelblichbraunen resp. vom violetten Körperepithel nicht überzogen waren, was auch für die Sphäridien von *A. Grubei* zutrifft. Sowohl das gelblichbraune Körperepithel von *Ph. indicum* wie das violette von *H. aethiopicum* wurde von den Sonnenstrahlen gebleicht. Es wird von länglichen Zellen gebildet, deren Kerne klein sind und, wie WAGNER für *Palaeopneustes niasicus* nachwies, in ganz verschiedener Höhe liegen.

b) Die unter dem Körperepithel gelegene Bindegewebsschicht zeigt bei den Echinothuriden manche Eigentümlichkeiten, in histologischer Beziehung sind nur unwesentliche Verschiedenheiten zu konstatieren. Die netzartig entwickelte Bindegewebsschicht ist es, die auf die „Starrheit" oder Weichheit der Schale von Einfluß ist; je nachdem nun in ihr größere oder kleinere Mengen von Kalkpartikelchen sich finden, behält die Schale, wie bei *Ph. indicum*, noch etwas von der starren

Beschaffenheit bei, im anderen Falle aber weist die Schale, wie es bei *H. aethiopicum*, *Sp. biseriatum*, besonders aber bei *A. varium* der Fall ist, eine lederartige oder pergamentartige Beschaffenheit auf. Das in die Bindegewebsschicht eingebettete, zusammenhängende, netzartige Kalkgerüst gleicht bei allen untersuchten Arten ziemlich dem von den beiden Sarasin von *A. urens* trefflich beschriebenen. Die Grundsubstanz ist von retikulär faseriger Konsistenz, in welche die großen spindelförmigen Bindegewebszellen eingebettet sind.

Der Kauapparat der Echinothuriden.

Bei *Ph. indicum* wird der Kauapparat von fünf, durch Muskeln miteinander verbundenen Einzelpyramiden gebildet, zu denen sich noch fünf Gabelstücke und ebensoviele Zwischenkieferstücke gesellen. Jede einzelne Pyramide besteht wieder aus zwei Teilen, dem eigentlichen Kiefer und dem Zahn.

Am Kiefer fällt uns das Fehlen des bei den Echinoideen sich findenden Arcus auf, eines Bogenstückes, das z. B. bei *E. esculentus* ein ovales Foramen abschließt. An seine Stelle tritt bei *Ph. indicum* und *H. aethiopicum* ein dünnes, elastisches Band, das mit dem oberen Ende des Zahnes in Verbindung steht. Eine Einzelpyramide, von innen betrachtet, zeigt übereinstimmend mit dem entsprechenden Stück von *E. esculentus*, daß die beiden Seitenflächen in horizontaler Richtung fast parallel verlaufende Rinnen oder Kerben aufweisen (*Cr* Taf. LIII [III], Fig. 6). Ferner ergiebt es sich, daß die Seitenflächen mit der Kante nach dem Innenraum der Laterne zu nicht zusammenstoßen. Bei *Ph. indicum* und *H. aethiopicum* nähern sich die Ränder der beiden Seitenflächen am untern Teil der Pyramide, bei *Echinus* am oberen. Die Seitenflächen sind bei unseren Formen bedeutend kürzer als bei *Echinus*, dafür aber breiter. In jeder Einzelpyramide fest, unbewegbar eingeklemmt, sitzt der „Zahn", dessen unteres Ende meißelförmig zugespitzt ist. Beide Enden des Zahnes ragen über die Pyramide heraus und zwar endet das obere, nach Entfernung der weichen Teile spitz, während die Wurzel („plume dentaire", Valentin) „von der das Wachstum des Zahnes wohl vor sich geht" (Lang), nur unwesentlich hervorragt. Die Länge des unteren Stückes beträgt etwa zwei Fünftel des ganzen Zahnes. An der Innenseite des Zahnes sehen wir eine deutliche Längsfurche, die „Carina". Das untere Ende des Zahnes ist bedeutend härter als das obere; es unterscheidet sich schon äußerlich von der oberen Hälfte. Hat letztere die Farbe und das Aussehen von Knochensubstanz, so erscheint die untere überaus harte Masse schmelzartig, mit opalähnlichem Glanze.

Die chemische Analyse der Zahnsubstanz ergab folgendes Resultat:

42,3 Proz. organische Substanz + H_2O
57,7 „ anorganische Substanz, in der Hauptsache:
Calciumphosphat mit Calciumfluorid.

Die fein gepulverte (gebeutelte) Substanz wurde bei 110° C zunächst getrocknet; die Wasserbestimmungen waren verschieden, da sich wahrscheinlich die organische Substanz zersetzte. Die organischen Bestandteile wurden daher durch Glühen im Platintiegel zerstört.

Der Gewichtsverlust (organische Substanz + Wasser) betrug 42,3 Proz. Diese Zahl wurde durch mehrmalige Bestimmungen bestätigt gefunden. Die restierenden anorganischen Bestandteile wurden qualitativ untersucht.

Kieselsäure konnte nicht nachgewiesen werden.

Calcium und Phosphorsäure bildeten den Hauptbestandteil, daneben fand sich auch Fluor deutlich vor.

Da nur sehr geringe Quantitäten der zu untersuchenden Substanz vorhanden waren, konnte eine genauere quantitative Bestimmung nicht vorgenommen werden.

Was die Struktur der Zähne anbelangt, so konnte ich wesentliche Unterschiede von der von Giesbrecht beschriebenen nicht wahrnehmen und beschränke mich daher auf den Hinweis auf Giesbrecht's specielle Abhandlung (10).

Unterziehen wir die Laterne von oben einer genauen Betrachtung, so fallen uns die fünf Zwischenkieferdeckstücke auf, die den Zwischenraum zwischen je zwei benachbarten Kiefern brückenartig überdecken.

Dieses bei *Ph. indicum* und *H. aethiopicum* länglich rechteckige, an den beiden Schmalseiten geschärfte und eingebuchtete Zwischenkieferdeckstück trägt an seiner Unterseite eine Art Rinne, die man mit der „Carina" des Zahnes vergleichen könnte.

Den Zwischenkieferdeckstücken liegen die fünf Gabelstücke auf. Der „Stiel", welcher dem Zwischenkieferdeckstück aufliegt, ist bei *Ph. indicum* in der Mitte verdickt; weniger war das bei *H. aethiopicum* zu konstatieren.

Bei den beiden über den Rand der Laterne nach dem Peristom zu gebogenen Gabelästen von *Ph. indicum* und *H. aethiopicum* ergab sich nur insofern ein Unterschied, als die „Gabeläste" bei *Hygrosoma* kürzer als die bei *Phormosoma* waren.

Bei *Sp. biseriatum* konnte ich eine wahrscheinlich abnorme Eigentümlichkeit in der Bildung der Gabeläste wahrnehmen. Die Gabeläste bestehen nämlich aus zwei Teilen:

1) dem Stiel, der dem Zwischenkieferdeckstück aufliegt, und

2) einem zweiten Stiel, an dem die beiden Gabeläste sich befinden.

Dieser Stiel lag fest dem peripheren Teile des ersterwähnten Stieles auf: er schien fast mit ihm verwachsen zu sein. Die Gabeläste wiesen, im Gegensatz zu *Phormosoma* und *Hygrosoma*, Verlängerungen auf, die an der Außenseite der Aurikelwurzel befestigt waren (Fig. 2, Taf. LII [II]).

Wenn wir die Laterne von *Echinus esculentus* betrachten, so fällt uns der massige Bau, das feste Zusammenhalten der einzelnen Pyramiden untereinander und die längliche Form der Laterne auf. Ganz anders ist die Laterne bei den Echinothuriden beschaffen. Wir haben bei *Ph. indicum* ein ziemlich flaches, zierliches Gebilde vor uns, das nur lose mit der Mundmembran in Verbindung steht und leicht, im Gegensatz zur Laterne von *Echinus*, vom Peristomfeld zu entfernen ist.

Die Muskeln am Kauapparat.

Die einzelnen Kiefer werden durch Muskeln (Musculi intermaxillares) bewegt, welche sich an den mit Kerben versehenen Seitenwandungen der Kiefer inserieren (Fig. 6, Taf. LIII [III], *Cr*). Eine Kontraktion dieser Muskeln bewirkt ein festes Zusammenschließen der Kiefer.

Von den bei *Sp. biseriatum* verlängerten Gabelstückästen verlaufen Bänder nach jeder Aurikelwurzel (interradial gelagert!), welche daselbst mit den Schließmuskeln der Zähne (Musculi adductores dentium) in Verbindung stehen. Im Vergleich mit den breiten Schließmuskeln bei

25

Echinus stellen sie bei *Sp. biseriatum* dünne Bänder dar. Befestigt sind sie an dem äußeren Rande zu beiden Seiten jedes Kiefers (Fig. 4, Taf. LIII [III] *A*). Eine Kontraktion dieser Muskeln bewirkt, daß die Kiefer nach außen zurückgezogen werden, wodurch ein Zusammenschluß der Zähne bewerkstelligt wird.

Die Oeffnungsmuskeln der Zähne (Musculi abductores dentium sive dilatatores oris) verlaufen vom oberen Teil des Aurikels an jeder Seite nach dem unteren Ende des Kiefers (Fig. 4, Taf. LIII [III] *SE*).

Wie bei allen mit Kauapparat versehenen Echinoideen sind auch bei den Echinothuriden die Gabelstücke untereinander durch Muskelbänder verbunden.

Zweiter Teil.

Innere Topographie.

Schneidet man einen Echinothuriden auf, so wird man meist recht enttäuscht sein, anstatt eines wohlerhaltenen Inneren ein wüstes Durcheinander von Darmstücken, Darminhalt u. s. w. zu finden. Bei der weichen Beschaffenheit der Schale und der Zartheit der Gewebe ist es wohl erklärlich, daß die mit vielen Tausenden von Seetieren aus beträchtlichen Meerestiefen heraufbeförderten Echinothuriden in recht zerdrücktem Zustand auf Deck gelangten. Daß dies für die Beschaffenheit und Erhaltung des Darmkanals und der übrigen inneren Teile in diesem Fall von nachteiligem Einfluß ist, ist augenscheinlich.

Gleichwohl waren bei mehreren Exemplaren die inneren Organe so gut erhalten, daß danach die Zeichnung von *Ph. indicum* auf Taf. LI [I] und von *Sp. biseriatum* auf Taf. LII [II] angefertigt worden ist. Wegen der geringfügigen Unterschiede, welche in Hinsicht auf die innere Organisation sich zwischen *Ph. indicum* und *H. aethiopicum* ergaben, wurde von einer besonderen bildlichen Darstellung der letzteren Gattung Abstand genommen.

Die Exemplare wurden derart aufgeschnitten, daß vom Analfelde nach der Peripherie zu und zwar der Grenzlinie zwischen Ambulacral- und Interambulacralzone entlang, der Schnitt geführt wurde. So erhalten wir, wenn wir die Schale der Dorsalseite auseinanderlegen, ein Bild, wie es auf Taf. LI [I] von *Ph. indicum* und auf Taf. LII [II] von *Sp. biseriatum* dargestellt ist.

a) Das Innere von *Phormosoma indicum*.

Betrachten wir die Totalzeichnung auf Taf. LI [I], so fällt zunächst der sonderbar gewundene Darmkanal auf. Man bemerkt den aus der Laterne hervortretenden Darm mit seiner kropfartigen Anschwellung und vermag die Windungen des prall mit Speise gefüllten Magendarmes bis zum Analfeld zu verfolgen. Ebenso überblickt man den Verlauf des Dorsalorgans von der Stelle an, wo der Steinkanal in den Wasserringkanal auf der Laternenmembran einmündet, bis zum Madreporiten. Die traubenartigen Gebilde auf der Innenseite der dorsal gelegenen Interambulacralfelder stellen die Gonaden dar und neben den Interambulacralfeldern

treten uns die Ambulacralfelder mit den langgestreckten Ampullen und den Verzweigungen des Wassergefäßsystems entgegen.

Zwischen den Gabelstücken, am Rande der Laterne, ragen kleine Säckchen hervor, nämlich die bei *Ph. indicum* rudimentär entwickelten STEWART'schen Organe. Die Biegsamkeit der Schale ist gleichfalls auf der Figur zum Ausdruck gebracht.

b) Das Innere von *Sperosoma biseriatum.*

Das Bild auf Taf. LII [II] stellt ein geöffnetes Exemplar von *Sp. biseriatum* dar und zwar in annähernd natürlicher Größe. Das Pentagon in der Mitte zeigt die Laterne und darauf den Wasserringkanal. Man erkennt weiterhin den aus demselben entspringenden Steinkanal und das Wassergefäß im Achsensinus mit dem Achsenorgan, welches parallel dem Steinkanal verläuft. Beide sind durchschnitten abgebildet, doch läßt sich der weitere Verlauf bis zum Analfeld leicht verfolgen. Die Schnittfläche zeigt zwei Lumina, von denen das kleinere dem Steinkanal, das größere dem Achsenorgan angehört.

Der Darmkanal gleicht anfangs dem bei *Ph. indicum*, er stellt ein dünnes Rohr dar, doch war das Vorhandensein eines kropfartigen Gebildes nicht nachzuweisen. Die Einmündungsstelle der ersten Darmspirale in den Magendarm ist auf der Zeichnung durch das Analfeld verdeckt, jedoch ist der weitere Verlauf des Magendarmes und sein Uebergang in den Dünndarm leicht festzustellen. Der Magendarm erscheint im Gegensatz zu *Ph. indicum* viel weniger gewunden und auch am Dünndarm sind nur unmerkliche Krümmungen zu erblicken.

Neben dem Anfangsteil des Darmes fallen zwei feine Kanäle auf, der äußere, der Wandung des Magendarmes anliegende, etwas stärkere, stellt den Nebendarm dar, der andere, der an diesem herläuft, die große ventrale „Blut“-Lakune. Von der Laterne aus, von links nach rechts betrachtet, erkennt man also folgende Darmabschnitte:

1) den Anfangsdarm,
2) die ventrale Blutlakune,
3) den Nebendarm,
4) den Magendarm,
5) den Dünndarm.

Der Dünndarm verengt sich etwa 40 mm vor seiner Ausmündung, um sich dann zu verbreitern und unterhalb der Analöffnung eine durch Mesenterien an die Schale befestigte blasenartige Erweiterung zu bilden. Rechts von derselben sehen wir auf dem Analfelde die schon erwähnte runde Sammelblase unterhalb des Madreporiten mit dem Dorsalorgan und Steinkanal an einem breiten Mesenterium befestigt.

Der Laterne liegen die nach der Peripherie zu verdickten Stiele der Gabelstücke auf. Die Verlängerungen der Gabeläste enden an der Aurikelwurzel, an der sie befestigt sind. Die Aurikel sind infolge ihrer Größe besonders augenfällig.

Dargestellt sind ferner die nach innen schräg verlaufenden Muskeln, die ein Oeffnen des Kauapparates bewirken und die an der Außenseite der Aurikel sich ansetzenden Vertikalmuskeln. An den beiden oberen Aurikeln ist auch die Ansatzstelle der Vertikalmuskeln sichtbar. Sie sind an dem äußeren Rande der Ambulacralplatten befestigt und verstreichen bis zu den Ocellarplatten. Der Darm wird durch Mesenterien in seiner Lage gehalten und zwar durch „Ventralmesenterien“ an der Ventralseite, und durch „Dorsalmesenterien“ an der Dorsalseite.

In der Abbildung fallen weiterhin im Bereiche der Ambulacra die 7 cm langen STEWART-schen Organe auf, welche prall gefüllt gezeichnet wurden. An dem mir vorliegenden Exemplar waren sie kontrahiert und unter den Gabelstücken versteckt. Die eine Blase hat im Gegensatz zu den anderen ein spitzes Ende.

Am oberen Ambulacralfeld ist der Hauptstamm des Wassergefäßsytems mit den zahlreichen, in Ampullen auslaufenden Nebenästen abgebildet worden. Rechts oben finden wir auch auf einem Interambulacralfeld die Gonaden, traubige Gebilde, die fast das ganze Interambulacralfeld der Dorsalseite einnehmen.

Nach dieser topographischen Uebersicht der Weichteile mögen die einzelnen Organsysteme specieller dargestellt werden.

Der Darmkanal bei *Phormosoma indicum*.

Beim Oeffnen eines gut erhaltenen Echinothuriden fällt die regelmäßige Anordnung der Teile des Verdauungsapparates auf, insofern dem Buccalfeld, also dem Peristom, der Anfangsteil des Darmes samt der ersten Darmspirale angehört, während die Windungen des Magendarmes (vergl. Fig. 1 auf Taf. LI [I]) in das Gebiet der Ambulacralfelder, diejenigen des Dünndarmes in das Gebiet der Interambulacralfelder, und der Enddarm in das Analfeld fallen.

Wir können beim Darmkanal von *Ph. indicum* fünf deutlich gesonderte Darmabschnitte unterscheiden, nämlich:

1) den in der Laterne sich findenden Anfangsteil, den Pharynx, der die „centrale Höhlung" der Laterne ausfüllt,

2) den Teil von dem Austritt des Darmes aus der Laterne mit seiner kropfähnlichen Erweiterung, dem sogenannten Oesophagus und der in Uhrzeigerrichtung verlaufenden ersten Darmspirale,

3) die zweite rückläufige Darmspirale, nämlich den auf unserem Bilde mit Nahrungsballen prall gefüllten Magendarm,

4) die dritte Darmspirale, nämlich Dünndarm samt Rectum,

5) den Nebendarm.

1. Der Pharynx.

Unter Pharynx versteht man bei den Echinoideen den Teil des Darmkanals, der sich in der Laterne befindet. Betrachten wir eines unserer Exemplare von *Phormosoma* von der Ventralseite, so finden wir an der Stelle, wo die spitzen Zähne nach außen hervorragen, einen in 5 Abschnitte geteilten Muskelring. Wir wollen den gesamten Ring als „Lippe" bezeichnen. Bei *Asthenosoma* ist sie ungewulstet, wie dies auch für andere Echiniden (*Echinus*) zutrifft. Auf Fig. 11, Taf. LIII [III], sehen wir den aus der Laterne herausgenommenen Pharynx. Er unterscheidet sich schon äußerlich durch die stark entwickelten Aufhängebänder von jenen von *Echinus esculentus* oder *Strongylocentrotus lividus*. Diese Aufhängebänder sind folgendermaßen angeordnet. Von „oben", d. h. von der Basis der Laterne zur Lippe herab, laufen 5 Paar sich verschmälernde Bänder. Mit diesen Paaren alternieren 5 Bänder, welche insofern sich umgekehrt verhalten, als sie an der Lippe breit ansetzen und nach oben sich verschmälern. Im ganzen handelt es

sich also um 15 Bänder, nämlich um 5 Paare von Doppelbändern und um 5 einzelne Bänder. Die nach oben sich verbreiternden Doppelbänder sind an dem dem Centrum der Laterne zugekehrten Ende der Zwischenkiefer angeheftet, während die unteren 5 mit der je zwei Kiefer verbindenden Muskulatur in Connex stehen. Alle Bänder verlaufen längs des Pharynx, stehen aber nicht direkt mit ihm in Verbindung, sondern heften sich an fünf deutlich hervortretenden Pharynx-„Leisten" an. Sie stellen die äußeren Stützlamellen dar, im Gegensatz zu den später zu erwähnenden inneren Stützlamellen.

Von diesen Leisten gehen beiderseits Seitenäste ab, die den Pharynx rings umfassen. Legen wir durch diesen einen Längsschnitt und zwar so, daß eine von den eben erwähnten Längsleisten mit getroffen wird, so erhalten wir das auf Textfig. 19 dargestellte Bild. Die

Fig. 19.

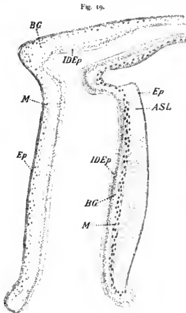


Fig. 20.

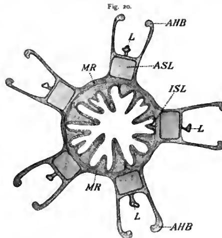


Fig. 19. Längsschnitt durch den Pharynx von *Phormosoma indicum*. (Vergr. 15.) *BG* Bindegewebe. *M* Muskulatur. *Ep* äußeres Epithel. *IDEp* inneres Darmepithel. *ASL* Längsleiste.

Fig. 20. Querschnitt durch den Pharynx von *Phormosoma indicum*. (Vergr. 43.) *MR* Muskelring. *AHB* Aufhängeband. *ASL* äußere Längsleiste-Stützlamelle. *L* Lakune.

Wandung des Darmes weist auf der einen zwischen zwei Längsleisten gelegenen Seite die typischen Schichten auf, nämlich 1) ein inneres aus hohen Zellen bestehendes Darmepithel, dem 2) ein Gewebe bindegewebiger Natur folgt, letzterem schließt sich 3) eine teilweise verdickte Muskelschicht an und äußerlich finden wir 4) ein dickes Epithel, nämlich das Endothel der Leibeshöhle.

Auf der anderen Seite, wo die Längsleiste getroffen ist, ist die Schichtenfolge diese: Auf das innere Darmepithel folgt Bindegewebe, dann eine ziemlich starke Muskelschicht, welche teilweise in das nun folgende dickmaschige Bindegewebe Fasern entsendet. Legt man einen Quer-

schnitt in der Nähe der Laternenbasis durch den Pharynx, so zeigt er deutlich die eigenartige Sternform, welche durchaus von dem Verhalten bei *Echinus* und *Arbacia* abweicht. Bei den von mir untersuchten Exemplaren von *E. esculentus*, *St. lividus*, *E. microtuberculatus* und *Arbacia* fand ich nämlich 5 dicke in das Lumen des Pharynx vorspringende Leisten, die fast das ganze Innere des Schlundes einnehmen. Bei *Ph. indicum* und seinen verwandten Gattungen erhalten wir ein ganz anderes Bild, insofern zahlreiche breite und schmale „Leisten" ohne jede Regelmäßigkeit in das weite Lumen hineinragen. Was die sonstigen am Querschnitt durch den Pharynx von *Ph. indicum* bemerkbaren Strukturverhältnisse anbelangt, so seien zunächst fünf Zapfen erwähnt, die vom Muskelring (Fig. 10, Taf. LIII [III] *MR*) nach dem Centrum zum inneren Darmepithel verlaufen (Fig. 10, Taf. LIII [III] *ISL*, Textfig. 20 *ISL*). Sie stellen die innere Stützlamelle dar im Gegensatz zu der überaus stark entwickelten äußeren Stützlamelle (Fig. 10, [Taf. LIII [III] *ASL*). Diese wird von Muskelfasern versorgt, die vom Muskelring sich abzweigen und dem dickmaschigen Polster sich anlehnen resp. in dasselbe einstrahlen. Weiterhin gehen von der äußeren Stützlamelle nach außen 2 lange am Ende verdickte und leicht gekrümmte Bänder, die schon erwähnten Aufhängebänder des Pharynx. Was ihre feinere Struktur anbetrifft, so treten in dem unter dem Epithel auf der Außenfläche der Septen liegenden Bindegewebe Räume entgegen, in deren Mitte die quer durchschnittenen Bündel eines dicken Muskelstrangs liegen. Zwischen den beiden Aufhängebändern finden wir ein großes Lumen, das eine der quer durchschnittenen den Pharynx entlang herablaufenden fünf Blutlakunen darstellt.

2. Der Oesophagus und die erste Darmspirale.

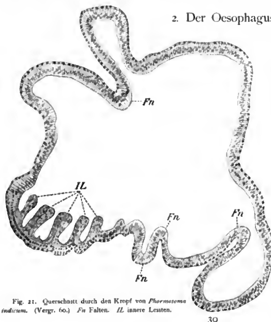


Fig. 21. Querschnitt durch den Kropf von *Phormosoma indicum*. (Vergr. 60.) *Fn* Falten. *IL* innere Leisten.

Auf den Pharynx folgt der Oesophagus, der bis an eine kropfartige Erweiterung reicht. Die Farbe des Oesophagus und des folgenden ersten Darmteils, der ersten Spirale, ist verschieden von der des übrigen Darmrohrs, insofern die Färbung des Darmkanals eine rötlich braune ist, während die erste Darmspirale bei *Ph. indicum* durch hellere Färbung hervortritt. Bei *Sp. biseriatum* aber ist der Unterschied ganz deutlich, da die Färbung der ersten Darmspirale vom Austritt des Darmes aus der Laterne an bis zum Uebergang in den Magendarm schwarzbraun ist. Auch Koehler fiel die schwarzbraune Färbung des Oesophagus bei *Sperosoma* auf (la coloration noirâtre de l'oesophage, S. 21).

Eigentümlich ist der Bau des Kropfes, der auf Taf. LI [I] zur Darstellung gebracht wurde. Die äußerlich durchschimmernden Falten sind auf die ventrale Fläche beschränkt und meist in der Fünfzahl ausgebildet. Auf Textfig. 21 sehen wir einen Querschnitt durch den Kropf, dessen Wandungen mehrfach gestaltet erscheinen (Textfig. 21 *Fn*). Während der größte Teil der Innenwandung glatt ist, stoßen wir an der einen Seite auf die eben erwähnten inneren Leisten (*IL*), die histologisch nicht von dem typischen Gewebe der Darmzotten abweichen. Daß der Kropf sehr erweiterungsfähig ist, lehrte ein älteres 9,8 cm im Durchmesser messendes Exemplar von *Phormosoma*, bei dem der Kropf mit Nahrungsstollen prall gefüllt war und bei einer Länge von 11 mm einen Durchmesser von 8 mm aufwies.

Auf den Kropf folgt die in Uhrzeigerrichtung verlaufende erste Darmspirale, die stets ein dünnes Rohr darstellt. Bisweilen ist dasselbe von geringerem Durchmesser als der parallel verlaufende Nebendarm, auf den wir später noch zurückkommen werden. Im Verlauf der ersten Darmspirale finden sich, wenn auch nicht bei allen Exemplaren, 2—3 kleine blasenartige Anschwellungen, die allerdings nicht mit dem vorher erwähnten Kropf Aehnlichkeit haben. Ueber die Funktion der blasenartigen Erweiterungen läßt sich nur die Vermutung äußern, daß sie als Stauungsreservoire der Speisemassen dienen, da sie histologisch keinen Unterschied von dem Gewebe der ersten Darmspirale aufweisen.

3. Der Magendarm.

Die Windungen des Magendarmes gehören den Ambulacralzonen an. Wir sehen (Vergl. Taf. I, Fig. 1), daß das Magendarmrohr, nach Einmündung der ersten Darmspirale, in jedem Amlacrum Windungen beschreibt, die dem griechischen ω ähneln. Die Gestaltung des Magendarmes ist nicht bei allen Echinothuriden die gleiche; bei *Sp. biseriatum* sind die Windungen des Magendarmes, die wir als „inneres Magendarmrohr" bezeichnen wollen, nur schwach ausgeprägt (Taf. LII [II]). Bei *H. aethiopicum* fanden wir bei jungen und alten Exemplaren die bei *Ph. indicum* geschilderte merkwürdige Form des Magendarmes. Bei *A. Grubei* ist seine Gestaltung ähnlich der von *Phormosoma*. Es ist erstaunlich, daß die überaus dünne Darmwandung durch die oftmals bedeutende Last des Darminhaltes, der aus spitzigen Resten von Muschelschalen, ferner Foraminiferen, Algen, Diatomeen, Krusterschalen und Detritus aller Art besteht, beim lebenden Echinothuriden keine Verletzung davonträgt.

Befreien wir den Magendarm, nachdem wir ihn aufgeschnitten, von dem Inhalt, so finden wir das Innere mit kurzen und langen Zotten ausgekleidet. Wenn auch die Beschaffenheit der Darmwandung für histologische Zwecke viel zu wünschen übrig ließ, da sich vielfach das Gewebe mehr oder weniger als maceriert erwies, so war doch immerhin genügendes Material an unverletzten, nicht macerierten Darmstücken vorhanden, die eine genauere Untersuchung ermöglichten.

Was die feinere Struktur der Darmwandung anbelangt, so weist sie dieselben Schichten wie der Oesophagus auf. Ich kann mich mit Hamann (14) einverstanden erklären, wenn er von der Muskelschicht der Magenwandung schreibt (S. 93): „Die Wandung wird von denselben Schichten gebildet wie die des Schlundes, nur kommen longitudinal verlaufende glatte Muskelzellen hinzu, welche, in Bündeln zusammenliegend, nach innen von der cirkulären Muskelschicht verlaufen."

Ich fand das Muskelgewebe am Magendarme stärker entwickelt als am Oesophagus.

4. Der Dünndarm.

In der fünften Ambulacralzone biegt der Magendarm plötzlich um und geht in den Dünndarm über, der in Uhrzeigerrichtung weiter verläuft, indem er im Gebiet der Interambulacralzone Schlingen beschreibt. Der Dünndarm beginnt beim 4. Interambulacralfeld (*4 IA*) mit einer nach außen konvex gekrümmten Schlinge und wiederholt diese Schleifenbildung in jedem der übrigen Interambulacren (Taf. LI [I]). An den Stellen, wo der Dünndarm umbiegt (*US*), ist er bedeutend verbreitert und, wie schon mit unbewaffnetem Auge zu erkennen ist, eng gefaltet. Der Dünndarm weist folgende Schichten auf: 1) eine äußere Epithelschicht, nämlich ein Plattenepithel mit ovalen Kernen, dann folgt 2) eine äußere Ring- und innere Längsmuskelschicht, darunter liegt 3) die oft mit Pigmentanhäufungen durchsetzte Bindegewebeschicht, und schließlich 4) das innere Darmepithel.

5. Das Rectum.

Vor Uebergang in das Rectum verengt sich der Dünndarm, wie dies auf Taf. LII [II] gut zu sehen ist, um dann, immer breiter werdend, ein Art Endtasche, das Rectum, zu bilden, welches bei den Echinothuriden ein überaus kontraktiles, nach außen abschließbares Gebilde darstellt. Histologisch gleichen die Schichten der Wandung den anderen Darmabschnitten bis auf die besonders gut ausgeprägte Längs- und Ringmuskulatur.

6. Der Nebendarm.

Sowohl bei *Ph. indicum* als auch bei *H. aethiopicum* und *Sp. biseriatum* tritt ein Nebendarm auf. An Länge kommt er der ersten Darmspirale gleich. Er entspringt oberhalb der Stelle, wo die erste Darmspirale in den Magendarm übergeht und mündet in die letzte Darmwindung desselben (Taf. LI [I] *VA*, *IMR*). Nebendarm und Magendarm sind durch Mesenterien verbunden, außerdem legen sich einzelne Mesenterialfäden auch der ersten Darmschlinge an. Erwähnt sei nur noch, daß ich an der Einmündungsstelle des Nebendarmes in den Magendarm einen Parasiten und zwar einen Trematoden auffand.

Die Mesenterien des Darmkanals.

Da die Mesenterien, welche den Darm in seiner Lage erhalten, bei den einzelnen Gattungen der Echinothuriden verschieden gestaltet sind, so mögen sie zunächst an der Hand der Tafel LI [I] von *Phormosoma* (mit dem in dieser Hinsicht *Hygrosoma* übereinstimmt) geschildert werden. Der Oesophagus und die erste Darmschlinge entbehren der Mesenterien und lassen nur hier und da zarte Mesenterialfäden erkennen, die vom Nebendarm, nicht fern von der Ursprungsstelle desselben, zur ersten Darmschlinge übergehen. Erst der Nebendarm ist mit dem Magendarm durch ein breites, auf Taf. LI [I] nicht wahrzunehmendes, nicht durchbrochenes Band von Mesenterien, einer Mesenteriallamelle, verbunden.

Beim Magendarm läßt sich die Existenz von zweierlei Mesenterien konstatieren, nämlich von Ventral- und Dorsalmesenterien. Die auf Fig. 1, Taf. LI [I] nicht sichtbaren Ventralmesenterien verlaufen an der Unterseite der Seitendarmwandung (*SD*) in Gestalt eines feinen

Längssaumes. Ein gleicher findet sich auf der Dorsalseite des inneren Magendarmrohres (*IMR*). Von dem „Ventralsaume" am Magendarmrohr zweigen sich nun Mesenterialfäden zu einem dünnen, beiderseits des Ventralambulacralfeldes anliegenden Mesenterialsaum ab. Daß Mesenterien dem Magendarm in seinem ganzen Verlauf folgen, konnte ich weder bei *Ph. indicum*, noch bei *H. aethiopicum* wahrnehmen. Dorsalmesenterien des Magendarmes waren nur wenige zu finden und diese standen mit einem ganz feinen Saum neben den Dorsalambulacralfeldern in Konnex.

Der Dünndarm wird durch Mesenterien an einem an den Seiten jedes Dorsalinterambulacrums verlaufenden Saum befestigt und außerdem verlaufen Fasern von diesem Darmabschnitt zu den Gonaden. Teilweise fand ich den Dünndarm durch Mesenterialfäden mit dem Magendarm verbunden. Interessant ist die Anheftung des Rectums an die Schale des Analfeldes. Zieht man mit der Pincette vorsichtig die eine Seite des Rectums bei Seite, so erblickt man einen Kranz von feinen Fasern, wie es auf Taf. LII [II] bei *Sperosoma* dargestellt ist. Sie werden von Muskeln durchzogen und bieten dem Rectum einen festen Halt an der Schale.

Bedeutend komplizierter ist der Aufhängeapparat des Darmes und seine Befestigung bei *Sp. biseriatum.*

Verfolgen wir an der Hand der Taf. LII [II] den Verlauf des Darmkanales bei *Sp. biseriatum*, so bemerkt man zwischen dem rückläufigen Teil der ersten Darmspirale, etwa 2 cm nach Hervortreten aus der Laterne, und dem in Uhrzeigerrichtung verlaufenden Darmabschnitt ein breites Band von Mesenterien, sowohl Magendarm als auch Nebendarm verbindend. Endlich tritt ein breites, einer Schwimmhaut ähnliches Band an die Windungen des Dünndarmes heran, das durch einen Pigmentsaum charakterisiert wird, der dem Dünndarm entlang läuft, und welches außerdem die Windungen des Dünndarmes zusammenhält. Zu den bisher geschilderten Mesenterien gesellt sich noch ein ventrales Befestigungssystem für den Magendarm und ein dorsales für den Dünndarm.

Was zunächst die ventralen Mesenterien anbetrifft, so sind sie auf unserer Figur auf Taf. LII [II] deutlich wahrnehmbar. Wir sehen in dem Ambulacralfeld unten rechts das spitzverlaufende STEWART'sche Organ und über demselben eine Magendarmkrümmung. Diesem Magendarmstück liegt ein breites Band an, dessen Ausläufer durch Mesenterialfäden an einem an jeder Seite jedes Ambulacrums befindlichen Saum befestigt sind. Diese Ausläufer können wieder, was wir freilich nur an einem Bande bemerkt haben, durch einen zarten Streifen mit dem Längsmuskelstrang in Verbindung stehen, wie links oben auf Taf. LII [II] zu sehen ist.

Der Verlauf der Mesenterien des Dünndarmes ist insofern eigentümlich, als erstens am Rande ein schmaler Saum von Mesenterien sich vorfindet, die ihn an der Dorsalseite anheften und zweitens an den der Peripherie zugekehrten Krümmungen diesem Darmabschnitt Mesenterien anliegen, die (auf Taf. LII [II] in Büschelform erscheinend) zum Teil an den Gonaden befestigt sind und zum Teil nach einem an den Interambulacralfeldern der Dorsalseite befindlichen Randsaum verlaufen.

Das Cölom.

„Zum Cölom rechnen wir alle diejenigen Hohlräume des Körpers, welche von den Enterocölbläschen der Larve abstammen. Das Cölom ist allseitig von einem Endothel ausgekleidet, das

gewöhnlich als Wimperepithel entwickelt ist. Die Cölomflüssigkeit ist ganz so beschaffen wie die ... Wassergefäßflüssigkeit .... Nirgends existiert das Cölom als einheitlicher Raum, sondern es ist immer in verschiedene Hohlräume abgeteilt ....“ (Lang, 1894, S. 1028). Diese Hohlräume sind folgende:

1) die Leibeshöhle,
2) der Peripharyngealsinus,
3) der Perianalsinus,
4) der Achsensinus.

1. Die Leibeshöhle.

Wenn auch die Leibeshöhle, der umfänglichste Abschnitt des Cöloms, von Mesenterien durchsetzt wird und dadurch in einzelne Abteilungen zerfällt, so lassen doch die bei *Sp. biseriatum* ziemlich eng beieinander stehenden Mesenterien ein fortwährendes Cirkulieren der Cölomflüssigkeit zu.

2. Der Peripharyngealsinus.

Als Peripharyngealsinus bezeichnen wir den Hohlraum, in dem sich der Kauapparat befindet; es ist ein Raum, der durch die Laternenmembran in horizontaler Richtung von der Leibeshöhle geschieden wird. Die Laternenmembran überzieht, am Apophysenring befestigt, die Laterne vollständig. „Alle radiären Organe verlaufen in ihrem Anfangsteile (bis zu den Aurikeln) im Inneren der ... Peripharyngealhöhle“ (Lang, 1894, S. 1033). Auf Aussackungen der Laternenmembran, nämlich die äußeren Kiemen und die Stewart'schen Organe, werden wir im nächsten Kapitel näher eingehen.

3. Der Perianalsinus.

Bei den Echinothuriden, besonders schön bei *Sp. biseriatum* (Taf. LII [II]) ausgeprägt, finden wir einen Sinus, der, wie Wagner bei *Palaeopneustes niasicus* nachwies, „ringförmig den (überaus verbreiterten) Anus umgiebt. Die Kommunikation desselben mit der Leibeshöhle ist eine ziemlich freie, da die Wandung dieses Sinus von großen Maschen durchbrochen wird“ (Wagner, 1902, S. 27). Letzteres läßt sich deutlich bei *Sp. biseriatum* wahrnehmen.

4. Der axiale Sinus.

Der axiale Sinus steigt vom Wasserringkanal, der der Laternenmembran aufliegt, zum Madreporiten empor. Er birgt in sich das Dorsalorgan. Außerdem begleitet ihn in seiner ganzen Länge der Steinkanal. Unterhalb des Madreporiten (Taf. LII [II]) findet sich eine ausgedehnte Ampulle.

Aussackungen der Laternenmembran.

a) Die Stewart'schen Organe.

Ziemlich zu gleicher Zeit wurde „ein neues Organ“ bei den Cidariden, man kann sagen bei den Echinoideen überhaupt, entdeckt und zwar von Stewart und Ludwig. Beide fanden,

Stewart bei *Dorocidaris papillata*, Ludwig bei *Cidaris tribuloides*, im gleichen Jahre 1879 unmittelbar unter der Gabelung eines jeden der 5 Gabelstücke Organe, denen Stewart die Funktion von „Kiemen“ zusprach, während Ludwig sie, „da sich über ihre Funktion noch nichts Sicheres ermitteln ließ“, einfach als „die radiären Blindsäcke des Kauapparates“ bezeichnete. Ludwig untersuchte ferner auf die Existenz dieser Organe hin ein Exemplar von *Cidaris metularia* und *Goniocidaris canaliculata* von 11 mm Querdurchmesser und fand ebenfalls die „5 radiären Blindsäcke und 10 Nebenblindsäcke“. Letztere vermißte er bei *Dorocidaris papillata* A. Ag., obwohl die ersteren, die 5 radiären Blindsäcke, vorhanden waren. Einen Rest dieser Organe fand Ludwig auch bei den Diadematiden, und zwar ließen sich bei *Diadema setosum* Gray „an denselben Stellen des Kauapparates, an welchen bei den Cidariden die radiären Blindsäcke anhängen, fünf ganz ähnliche, dünnhäutige Organe feststellen, die sich nur dadurch von jenen unterscheiden, daß sie einfach sackförmig, nicht mit Ausbuchtungen besetzt sind“ (Ludwig, S. 32).

Prouho, der die „radiären Blindsäcke“ bei *Dorocidaris papillata* einer genauen Untersuchung unterwarf, legte ihnen den Namen „Stewart'sche Organe“ (organs de Stewart) bei. Die beiden Sarasin, die zuerst bei einem Echinothuriden, bei *Asthenosoma urens*, diese Organe eingehend beschrieben, acceptierten die von Prouho für diese Anhänge vorgeschlagene Bezeichnung. Außerdem wiesen sie auf die rudimentäre Entwickelung der Stewart'schen Organe bei *Toxopneustes pileosus* hin.

„Wenn man ein frisch gefangenes *Asthenosoma* öffnet, so fallen .... fünf Organe ganz besonders auf, welche als mächtige, mit Flüssigkeit prall gefüllte Blasen von der Laterne ausgehen“ (Sarasin, 1888, S. 100). Mit diesen Worten leiten die beiden Sarasin das Kapitel über die Stewart'schen Organe von *A. urens* ein. In meiner Erwartung, daß ein gleiches Verhalten für *Ph. indicum* und *H. aethiopicum* zutreffe, fand ich mich zunächst getäuscht. Erst bei genauerem Durchmustern der Laternenmembran unterhalb der radial gelegenen Gabelstücke fielen kleine, etwa 5 mm lange Säckchen auf, welche sich als die Stewart'schen Organe erwiesen. P. und F. Sarasin sprachen die Vermutung aus, daß bei allen Echinothuriden Stewart'sche Organe von ebenso gewaltiger Länge wie bei *A. urens* sich entwickelt haben könnten. Dem ist aber nicht so, denn Bell konstatierte die Abwesenheit dieser Organe bei *Ph. placenta, bursarium* und *tenue*, und Koehler bestätigte Bell's Angaben über die erste Art.

Der Nachweis der Stewart'schen Organe ist oft recht schwierig, denn selten wird man sie frei in die Leibeshöhle hineinragen sehen. Ich glaubte, einem prachtvollen Exemplar von *Sperosoma* (Taf. LII [II]) zuerst die Existenz der Stewart'schen Organe absprechen zu müssen, da außer einem Organ, das ich allerdings aus einem später zu erwähnenden Grunde nicht für ein Stewart'sches hielt, trotz genauester Untersuchung keines aufzufinden war. Erst nach längerem vorsichtigen Sondieren unterhalb der Gabelstücke, unter denen sie versteckt lagen, gelang es mir, vier dieser Organe aus ihren Taschen herauszuziehen. Die Länge der Organe beträgt ungefähr 7,3 cm. An Stelle des fünften Organes fand ich nur ein straff gespanntes Band, das mit den daneben gelegenen Längsmuskeln große Aehnlichkeit hatte und äußerlich wahrnehmbar war, weil es aus einer durch Verletzung der Schale entstandenen Oeffnung hervorragte, es repräsentierte das fünfte Stewart'sche Organ. (Siehe unten!)

Wir finden also bei den Echinothuriden die Stewart'schen Organe:

a) riesig entwickelt (Länge 70—80 mm, bei einem Durchmesser von 6—10 mm): *Asthenosomata* und *Sperosomata*;

b) rudimentär entwickelt: *Ph. indicum*, *H. aethiopicum*; ob auch *Ph. uranus* rudimentäre Organe besitzt, vermag ich nicht zu entscheiden; Koehler erwähnt wohl deren Existenz, läßt uns aber über ihre Dimensionen im unklaren;

c) unentwickelt: *Ph. placenta*, *bursarium* und *tenue*.

Was die Form der Stewart'schen Organe anbelangt, so berichten P. und F. Sarasin (S. 100) über diejenigen von *A. urens*: „Die Blasen laufen in einen dünneren, etwas mehr als 1 cm langen schwanzartigen Zipfel aus; eine derselbe zeigt auf unserem Bilde nahe ihrem Ende eine Einschnürung." Bei unseren Exemplaren waren weder schwanzartige Endzipfel, noch die Einschnürungen zu erkennen; die Organe enden bei *Ph. indicum*, *H. aethiopicum* und bei *Sp. biseriatum* abgerundet. Nur ein Organ von *Sperosoma* verjüngt sich am freien Ende, ohne indessen in einen ca. 11 mm langen Faden auszulaufen. Koehler bildet bei *Sp. Grimaldii* Stewart'sche Organe ab, die denen von *A. urens* (Sarasin) gleichen. Der Einwand, daß ich beim Hervorziehen der Organe aus ihren Taschen die Zipfel abgerissen habe, kann nicht geltend gemacht werden, da ich, unter Voraussetzung der Existenz dieser Zipfel, so vorsichtig als möglich die Organe hervorzog und sich außerdem eine Verletzung am Ende nicht ergab.

1. Der Bau der Stewart'schen Organe.

Die Stewart'schen Organe von *Ph. indicum* und *H. aethiopicum* unterscheiden sich von denen des *A. Grubei* und *A. urens* in mehrfacher Hinsicht. Die beiden Sarasin (S. 100) schreiben: „Die Wandung der Blasen besteht aus einer feinen Bindegewebshaut, in welcher leicht wellige Längsfasern vorherrschen, während Querfasern viel spärlicher sind. Kalkspicula fehlen darin vollkommen, dagegen finden sich Häufchen braungelber Pigmentkörner allenthalben zerstreut vor; daß Epithelien die Membran beiderseits bekleiden, ist selbstverständlich. Seitliche Divertikel besitzen unsere Organe keine, sie bleiben in ihrem ganzen Verlauf einfache glattwandige Blasen."

Diese Schilderung trifft für *A. Grubei* und *Sp. biseriatum* zu, doch fand ich, daß außerdem Längsmuskelfasern zwischen dem Bindegewebe eingestreut sind, die die Kontraktion der Organe, das Einziehen derselben in die „Taschen" unterhalb der Gabelstücke bewerkstelligen. Die Reihenfolge der Gewebe wäre bei *Asthenosoma* und *Sperosoma* also folgende:

1) eine dünne Epithelschicht,
2) eine Bindegewebsschicht,
3) eine ganz dünne Muskelschicht,
4) eine weitere Bindegewebsschicht,
5) eine innere Epithelschicht.

Oftmals waren, wie schon oben erwähnt, die Muskelfasern in das Bindegewebe eingetreten. Ludwig vermochte bei den Stewart'schen Organen von *Cidaris tribuloides* keine Muskelschicht nachzuweisen.

Ganz anders ist der Bau der rudimentär entwickelten Organe bei *Ph. indicum*. Die beiden Sarasin schreiben, nachdem sie die Oberflächenvergrößerung durch eine Anzahl sekundärer Divertikel

bei den STEWART'schen Organen der Cidariden geschildert haben, S. 103: „. . . . Doch ist es ja außerordentlich leicht möglich, daß andere Vertreter der Echinothuriden dieselbe Eigentümlichkeit aufweisen werden."

Eine Oberflächenvergrößerung ist in der That bei *Ph. indicum* zu konstatieren, doch wird sie durch äußere und innere zottige Anhänge bedingt, nicht aber durch sekundäre Divertikel, wie sie LUDWIG als Nebenblindsäcke bei *Cidaris* beschreibt. Es finden sich bei *Cidaris* rechts und links von der Basis des radiären Blindsacks je ein kleineres, mit Ausbuchtungen besetztes Blindsäckchen, das LUDWIG als „Nebenblindsack" bezeichnet.

Einen Querschnitt durch einen kleinen Teil des STEWART'schen Organes zeigt Abb. 12, Taf. LIII [III]. In das Innere ragen ziemlich lange, in der Regel spitz verlaufende Zotten, die besonders eng aneinander gelagert sind und ovale Kerne in sich bergen, darauf folgt eine „innere" Bindegewebsschicht, in welche wir die, auf der Figur quer durchschnittenen, Muskelbündel eingelagert finden. Ihr schließt sich eine weitere aus Querfasern bestehende Bindegewebsschicht an, in welcher wir Zellen mit je einem großen Kerne erblicken. Diese Schicht geht in eine äußere Bindegewebslage über, die in der Hauptsache aus Längsfasern besteht, in welcher wir Kerne wahrnehmen, die zwar kleiner sind als die in den zellenartigen Räumen befindlichen, die aber immerhin noch durch ihre Größe hervorragen.

Auf diese Bindegewebsschicht folgen nach außen die äußeren, weiter auseinanderstehenden Zotten. Ich untersuchte die STEWART'schen Organe von 11 Exemplaren von *Ph. indicum* auf Schnittserien und vermochte bei sämtlichen die äußeren und inneren Zotten nachzuweisen. LUDWIG fand in der Wandung des STEWART'schen Organes von *Cidaris tribuloides* Kalkkörper, bei *Goniocidaris canaliculata* aber keine. Ich vermißte ebenfalls die Kalkkörperchen in der Wandung des STEWART'schen Organes bei *Ph. indicum*.

2. Die Funktion der STEWART'schen Organe.

Ueber die Funktion der STEWART'schen Organe ist man noch im unklaren. Die beiden SARASIN äußern sich folgendermaßen über die Funktion der Organe (S. 103): „Wir wissen, daß bei der Geschlechtsreife die in den Interambulacren liegenden Genitalorgane eine ganz kolossale Entfaltung erreichen und nach allen Seiten sich auszudehnen streben, jeden freien Raum für sich in Anspruch nehmend. Nun ließe sich denken, daß durch diesen seitlichen Druck die ambulacralen Muskelblätter in einer Weise aus ihrer senkrechten Längsrichtung verschoben werden könnten, daß ihre Funktion dadurch wesentlich beeinträchtigt würde, wenn nicht zwischen je einem Paare ein Polster eingeschoben wäre, welches dem seitlichen Druck von den Geschlechtsdrüsen her einen Widerstand entgegenzusetzen vermöchte, und als solche Polster könnten die mit Flüssigkeit prall gefüllten STEWART'schen Blasen wirken. Sie würden in diesem Falle in engstem Zusammenhang mit der Beweglichkeit des Körpers stehen und wären als die Erhalter derselben zur Zeit der Geschlechtsreife zu betrachten. Ueberdies wäre auch möglich, daß die STEWART'schen Organe ein allzu starkes Einsinken der weichen Rückenhaut zu verhindern im stande sind."

Diese Deutung der Funktion der STEWART'schen Organe ist für *Asthenosoma* und *Sperosoma* ohne weiteres annehmbar. Anders liegen die Verhältnisse bei *Phormosoma*, wo die Organe nur

rudimentär entwickelt oder gar nicht angetroffen werden. In ersterem Falle dürften sie funktionslose Gebilde darstellen. Bei *Asthenosoma* und *Sperosoma* ließe sich aber noch eine weitere Deutung der Funktion der langen Stewart'schen Organe anführen. Da bei der weichen Beschaffenheit der Schale eine Verletzung leicht möglich ist, wäre es denkbar, daß die Stewartschen Organe einen sofortigen Abschluß der Schale gegen das eindringende Seewasser, mithin einen Abschluß des Schaleninnern, herbeiführen können. Ich fand an der Ventralseite von *Sp. biseriatum* etwa 30 mm vom Ambitus entfernt, durch eine kleine Oeffnung, die von einer Verletzung herrührte, einen Zipfel des Stewart'schen Organs prall gefüllt hervorragen.

Mir fiel auf, daß besonders bei den in Flachwasser lebenden Echinothuriden, also *A. Grubei* (*varium*) und *urens*, die Stewart'schen Organe besonders schön entwickelt sind, während bei den Tiefseeformen *Phormosoma* und *Hygrosoma* die Organe entweder nicht oder nur schwach ausgebildet erscheinen. Eine Ausnahme hiervon macht nur *Sperosoma*, das auch eine Tiefseeform ist, bei welcher die Organe, wie wir sehen, ebenfalls durch ihre Größe sich auszeichneten.

Eine weitere Deutung der Funktion der Stewart'schen Organe gab Stewart selbst. Er glaubt, daß sie die Stelle von inneren Kiemen vertreten. Diese Ansicht mag für die kiemenlosen Cidariden gelten, für die Echinothuriden aber wohl kaum, denn bei ihnen sind die Kiemen mit Ausnahme von *H. aethiopicum*, wo sie klein ausgebildet sind, wohlentwickelt.

b) Die Kiemen bei den Echinothuriden.

Wenn man die äußere Ventralseite des Peristoms einer Betrachtung unterzieht, so wird man 5 Paare von Büscheln vorfinden, die hohle Ausstülpungen der Mundhaut darstellen und mit dem Peripharyngealsinus in Verbindung stehen. Sie liegen „in dem peripheren Teile der Buccalmembran zwischen den am Peristom endigenden Interambulacralplatten der Corona und den sich auf die Buccalmembran fortsetzenden Ambulacralplatten“ (Ludwig, S. 33). „Die nächste Umgebung der Ursprungsstellen der Kiemen ist nicht verkalkt, sondern weichhäutig, von derselben Beschaffenheit wie die weichhäutigen Partien zwischen den Platten der Buccalmembran und der Corona“ (Ludwig, S. 23).

Bei *Sperosoma*, *Ph. indicum* und *A. Grubei* sind die äußeren Kiemen recht gut zu erkennen. Andererseits konnte ich bei verschiedenen Exemplaren von *H. aethiopicum* nur mit größter Mühe und außerdem mit Lupenvergrößerung die Existenz von Kiemen bestätigen, da sie einerseits sehr klein und andererseits infolge der dunkelvioletten Gesamtfärbung der Exemplare nur schwer zu erkennen sind. Es ist daher W. Thomson nicht sehr zu verübeln, wenn er bei den Echinothuriden das Vorhandensein von Kiemen übersah.

Was den Bau der Kiemen anbelangt, so stimmte er im wesentlichen mit dem der übrigen Echinoiden überein, wenn man davon absieht, daß bei *Sp. biseriatum* in der Bindegewebsschicht mehr Kalkkörperchen zu finden waren als bei *Ph. indicum*. Es zeigten sich folgende Schichten: Ueberzogen sind die Kiemen von dem Körperepithel. Darunter liegt eine Bindegewebsschicht, die, wie wir bei *Sp. biseriatum* besonders schön ausgeprägt fanden, Kalkkörper in Gestalt eines Gitterwerks enthält. Valentin beschrieb zuerst bei *Echinus* dieses in den Kiemen befindliche Kalkgitter, wie folgt: „Cette substance branchiale contient, dans les individus

adultes des *Echinus lividus*, *brevispinosus* et *Sphaera*, un tissu calcaire très étendu, mais isolé, qui existe jusqu'aux extrémités des ramifications cécales".

Darauf folgt das innere Wimperepithel. Muskelfasern konnten wir ebensowenig in den Kiemen unserer Formen, wie HAMANN in denen von *E. acutus* feststellen.

Das Dorsalorgan.

Wohl über kein Organ der Echinoiden gehen die Ansichten weiter auseinander als über das Dorsalorgan, das der Achsensinus in sich birgt. Es kann nicht Aufgabe vorliegender Abhandlung sein, einen ausführlichen Bericht über die über dieses Organ existierende Litteratur zu erstatten, aber immerhin halten wir eine kurze Zusammenstellung der verschiedenen Meinungen und insbesondere der Resultate der Untersuchungen von den beiden SARASIN, PROUHO, LEIPOLDT und WAGNER über das Dorsalorgan für recht dienlich.

TIEDEMANN (1816) hielt das Dorsalorgan für das „Herz" der Echinoiden. Er wurde in seiner Ansicht bestärkt, da er an dem Organ Bewegungen wahrzunehmen meinte, die er für Kontraktion und Expansion des „herzförmigen Kanals" hielt. So sah er denn im Dorsalorgan das Centralorgan des Blutlakunensystems. Seiner Ansicht schlossen sich VALENTIN, LEYDIG, JOH. MÜLLER, GEGENBAUR und A. AGASSIZ an.

HOFFMANN (1871) legte dem Dorsalorgan den Namen „Wassergefäßherz" bei, bemerkte aber selbst, „daß der Name schlecht gewählt" sei, und glaubte, im Dorsalorgan eher eine Drüse als ein Herz zu sehen, weshalb er dafür die Bezeichnung „Wassergefäßdrüse" vorschlug.

Erst PERRIER (1875) war es vorbehalten, eine wahrscheinlichere Deutung dieses Organs zu geben. Durch Injektionen fand er:

1) daß der Hohlraum in dem Organ mit der Außenwelt durch die Madreporenkanälchen in Verbindung stehe,

2) daß der Hohlraum an dem der Laterne zugewandten Ende geschlossen sei und keine Verbindung mit dem Blutlakunensystem aufweise,

3) daß Muskelfasern in dem Organ fehlen.

Seiner Ansicht nach ist das Dorsalorgan eine Drüse, die er „glande ovoïde" nannte und für ein Exkretionsorgan hielt.

War PERRIER's Arbeit hinsichtlich der Auffassung des Organs als Exkretionsorgan ein beträchtlicher Fortschritt, so kehrte TEUSCHER, dem freilich PERRIER's Arbeit unbekannt geblieben war, zu der früheren Ansicht, die dem Dorsalorgan die Rolle eines Herzens zusprach, zurück. Außerdem vermochte er nicht den Hohlraum im Dorsalorgan von *Echinus* zu erkennen und betrachtete das Organ lediglich als rudimentäres Gebilde.

KOEHLER bestätigte PERRIER's Nachweis eines inneren Hohlraumes und glaubte, daß es mit dem Blutlakunensystem kommuniziere. Letztere Ansicht ist freilich irrig, denn wie aus seiner Zeichnung Taf. III, Fig. 18 zu ersehen ist, stellt das, was KOEHLER als canal excréteur und branches afférentes bezeichnet, keinen Kanal des Blutgefäßsystems, sondern den „Fortsatz im Dorsalorgan" dar, der sich auf der Innenwandung des Dorsalorgans ausbreitet. Bezüglich der feineren Struktur lauten seine Angaben nicht völlig klar. Obwohl er nämlich meint, daß das

Organ offenbar drüsiger Natur (évidemment glandulaire) sei (S. 75), ist er doch der Ansicht, daß das Gewebe des Organs kein echtes Drüsengewebe, sondern ein total umgestaltetes Bindegewebsnetz mit besonderen Zellen repräsentiere.

CARPENTER leugnet eine Verbindung des Hohlraumes im Dorsalorgan mit der Außenwelt. Außerdem bestreitet er die Funktion des Organs als Exkretionsorgan und sieht vielmehr in ihm einen Herd zur Bildung amöboider Zellen. Allmählich gaben auch KOEHLER sowohl wie PERRIER ihre frühere Ansicht auf und schlossen sich CARPENTER's Meinung an.

Auch HAMANN (1887) konnte sich nicht von der Existenz eines Ausführganges des „drüsigen Organs“ überzeugen und vermutet, daß in ihm die für den Körper nicht mehr brauchbaren Stoffe aus dem Blute ausgeschieden werden.

VOGT und YUNG waren die ersten, die in ihrem Lehrbuch der praktischen vergleichenden Anatomie (1888) dem Organ den Namen „Dorsalorgan“ beilegten. Sie erklären es für einen Teil des Blutlakunensystemes, für ein Organ also, das vom Madreporiten nach der Laterne zu herabsteigt und in den Blutlakunenring mündet.

PROUHO weist in seiner Abhandlung über die Anatomie von *Dorocidaris papillata* an der Hand von Abbildungen eine Verbindung des centralen Hohlraumes mit dem Steinkanale und dadurch mit der Außenwelt nach. Ferner konstatierte PROUHO bei *D. papillata* die Existenz kleiner, von der Peripherie des Organs ins Innere mündender Kanälchen, die keine Verbindung des Hohlraumes mit der Leibeshöhle herbeiführen. Dem Organ spricht er die Funktion der Bereitung der Leibeshöhlenkörperchen zu und bestreitet, daß das Dorsalorgan ein Exkretionsorgan sei.

Die exkretorische Funktion verteidigten indessen P. und F. SARASIN. Sie erklären das Organ für die Niere der Seeigel und glauben ihre Ansicht damit begründen zu können, daß sie eine Verbindung des Hohlraumes des Dorsalorganes, des „Ureters“ durch Trichterkanälchen mit der Leibeshöhle wahrgenommen haben.

Eingehend beschäftigte sich LEIPOLDT (1893) mit dem „angeblichen Exkretionsorgan der Seeigel“ und kommt zu dem Schluß, „daß das Organ keine ‚Drüse‘, vor allem keine ‚Niere‘ im Sinne von P. und F. SARASIN sein kann, wie sich dies aus dem Fehlen eines Drüsenepithels und dem Mangel einer Verbindung des Hohlraumes mit der Leibeshöhle, vor allem aber auch daraus ergiebt, daß . . . im Steinkanal und dem Madreporiten nur eine nach innen führende, nicht eine ausführende Strömung vorhanden ist, etwa ausgeschiedene Stoffe also auch nicht aus dem Körper des Tieres nach außen geführt werden können.“

CUÉNOT war 1891 zu ähnlichen Resultaten gelangt.

Schließlich berichtet WAGNER (1902) S. 48 über seine Untersuchungen am Dorsalorgan von *Palaeopneustes niasicus* und *Echinus esculentus*: „Das Dorsalorgan besitzt einen inneren Hohlraum, welcher in die Sammelblase mündet und durch die Porenkanälchen der Madreporenplatte mit der Außenwelt in Verbindung steht. Nephridien, welche in die Leibeshöhle münden, waren trotz aller Bemühungen nicht aufzufinden. Das Gewebe des Organs zeigte keinen drüsigen Charakter, sondern die schon bisher von vielen Autoren beschriebene Maschenstruktur. In den Maschen des Gewebes lagen Zellen und Pigmentanhäufungen.“

Für die verschiedenen von mir untersuchten Dorsalorgane von *Phormosoma indicum* trifft in der Hauptsache die von PROUHO und LEIPOLDT gegebene Schilderung zu, wie dies aus der nachfolgenden Darstellung sich ergeben wird.

a) Morphologie.

Im Gegensatz zu den meisten Echinoideen steigt bei den Echinothuriden das bräunliche, nur vereinzelt mit schwarzbraunen Pigmentflecken versehene Dorsalorgan, samt dem dasselbe in seiner ganzen Länge begleitenden Steinkanal, nicht gerade in die Höhe, wie z. B. das von *Echinus esc.*, *Strongylocentrotus lividus*, sondern beschreibt eine Spirale. Ich konnte dies bei *Sp. biseriatum*, *A. Grubei*, *Ph. indicum* und *H. aethiopicum* wahrnehmen. P. und F. SARASIN fanden diesen Verlauf auch bei *A. urens*.

Das Dorsalorgan wird in seiner ganzen Länge von einem Hohlraum durchzogen, der ebenso wie bei *A. urens* in der Mitte am ansehnlichsten erweitert ist. Nach dem Madreporiten zu verengt er sich und mündet zugleich mit dem Steinkanal in die geräumige Sammelblase. Da diese durch die Madreporenkanälchen mit der Außenwelt in Verbindung steht, so kommuniziert auch indirekt der Hohlraum im Dorsalorgan mit der Außenwelt. Nach unten, nach der Laterne zu, endet der Hohlraum des Dorsalorgans blind.

Trotz der nahen Verwandtschaft zwischen *Phormosoma* und *Asthenosoma* ist die Einmündung des Steinkanals und des Hohlraumes im Dorsalorgan in die Sammelblase unterhalb des Madreporiten bei *Ph. indicum* eine andere als bei *A. urens*, indem sie in der von PROUHO bei *Dorocidaris papillata* geschilderten Weise vor sich geht.

Bei *A. urens* vereinigt sich nämlich der Hohlraum des Dorsalorgans, wie die beiden SARASIN berichten, „mit dem Steinkanale in einer gemeinschaftlichen, unterhalb der Madreporenplatte gelegenen Sammelblase, welche wiederum durch einen e n g e n G a n g sich mit dem Raum in Verbindung setzt, in welchen sämtliche Kanälchen der Madreporenplatte zusammenströmen".

Bei *Ph. indicum* münden der Hohlraum des Dorsalorgans und der Steinkanal in die Sammelblase o h n e den bei *A. urens* sich findenden „engen Gang". W i r verstehen unter Sammelblase den Raum, in welchen einerseits die Kanälchen des Madreporiten und andererseits d e r H o h l r a u m i m D o r s a l o r g a n n e b s t d e m S t e i n k a n a l d i r e k t münden, d. h. ohne daß sich letztere in der Sammelblase (im SARASIN'schen Sinne!) vereinigt haben, die durch einen engen Gang m i t d e r S a m m e l b l a s e d e r M a d r e p o r e n k a n ä l c h e n (in unserem Sinne!) in Kommunikation steht.

Auf der dem Steinkanal gegenüberliegenden Seite, und zwar auf der Außenseite, breitet sich ein Lakunennetz aus, das vom oralen „Blut"-Ring seinen Ursprung nimmt, indem eine Lakune auf das Dorsalorgan übertritt und sofort sich auf seiner Außenseite verzweigt.

Im folgenden sei an der Hand von Querschnitten eine Darstellung des Verlaufs des Dorsalorgans mit dem ihm benachbart verlaufenden Steinkanal gegeben.

Auf Fig. 15, Taf. LIV [IV] bemerkt man auf dem Querschnitt nur ein einziges großes unregelmäßiges Lumen, welches dem Steinkanal zugehört. Der letztere hat, sobald er in dem maschigen Gewebe des Dorsalorgans kurz vor seiner Einmündung in den Wasserringkanal weiter verläuft, das typische Cylinderepithel verloren. Verfolgen wir die Serie weiter, so konstatiert man ein weites Lumen (Taf. LIV [IV], Fig. 16), das den Steinkanal repräsentiert, der nach verschiedenen Seiten Divertikel getrieben hat und auf die Seite gedrängt ist, während das neu auftretende Lumen den Hohlraum im Dorsalorgan darstellt. (Nach der Laterne zu endet der Hohlraum blind.) Fig. 17, Taf. LIV [IV] zeigt das Lumen des Hohlraums erweitert; der Steinkanal ist an den Rand gerückt.

Auf Taf. LIV [IV] Fig. 18 ist der Hohlraum des Dorsalorgans nur noch durch eine dünne Membran vom Steinkanal geschieden. Ich fand, daß die Wand, die Steinkanal und Dorsalorgan trennt, überaus dünn ist, bedeutend dünner als die Wand des Steinkanals (Taf. LIV [IV], Fig. 19—21, 26). Etwa in der Mitte des Dorsalorgans tritt der untere Teil des Fortsatzes auf (Fig. 19 *F*). Vom Dorsalorgan sondert sich nämlich am distalen Ende, gegen den Madreporiten zu, ein Fortsatz ab, der die Wandung eines seitlich unterhalb der Madreporenplatte gelegenen Sinus durchsetzt. Letzterer ist vollständig geschlossen, eine Verbindung mit der Sammelblase oder mit dem Hohlraum des Dorsalorgans war nicht zu finden. Mit Leipoldt wollen wir den Sinus „Fortsatzsinus" nennen. Die Schilderung, die dieser Autor von dem Fortsatzsinus und dem Fortsatz entwirft, trifft auch für unser Objekt zu. Er schreibt nämlich S. 18: „Der Fortsatz verläßt . . . . ., indem sich nach oben zu sein Umfang allmählich vergrößert, den Hohlraum des eigentlichen Organs und geht mit der Wandung des Sinus, welche nach dem Hohlraum zu liegt, eine Verbindung ein. Je mehr er sich dem apikalen Pole nähert, je mehr tritt er dabei in den Sinus ein, bis er endlich in dem Augenblick, da er seine größte Stärke erreicht hat, und kurz vor der Mündung von Hohlraum und Steinkanal in die Ampulle ganz in den Fortsatzsinus einbiegt. Hier geht er zunächst noch eine kleine Strecke gerade in die Höhe . . . und verschmilzt . . . mit der hinteren Wandung des Raumes."

Verfolgt man den Fortsatz von der Eintrittsstelle in den Sinus nach der Laterne zu, so sieht man, daß er sich auf der dem Steinkanal entgegengesetzten Wandung ausbreitet, und, allmählich sich verjüngend, Ausläufer nach beiden Seiten entsendet. Oeffnet man durch einen den Steinkanal entlang geführten Schnitt das Organ, so tritt ein kanalartiges Gebilde auf mit „Seitenkanälen". Köhler glaubte, in letzterem das Blutgefäß des Dorsalorgans zu sehen, obwohl es nichts weiter als den Fortsatz darstellt, welcher sich samt seinen Ausläufern der Wandung des Dorsalorgans angeschmiegt hat.

Wir sahen, daß in der Mitte des Dorsalorgans der Fortsatz bereits auftritt (Fig. 19, Taf. LIV [IV]). Gegen den Madreporiten zu tritt das eigentliche Dorsalorgan, wie die Schnitte 21—23 (Taf. LIV [IV]) zeigen, immer mehr zurück, und nur der Fortsatz im Sinus samt Madreporiten, und der Hohlraum des Dorsalorgans mit dem anliegenden Steinkanal sind zu erkennen. Auf den nächsten Schnitten bemerken wir, daß der Fortsatzsinus sich dem Madreporiten anlehnt (Fig. 23), während der Hohlraum des Dorsalorgans und der Steinkanal unterhalb der schon auf Fig. 23 (*Sb*) deutlich wahrzunehmenden Sammelblase liegen. In diese münden schließlich der Hohlraum des Dorsalorgans und der Steinkanal direkt (Fig. 24). Auf Fig. 24 sehen wir ferner, daß der Fortsatz geringere Dimensionen aufweist und auf der Wandung des Sinus sich auszubreiten beginnt.

Wie früher erwähnt wurde, treibt der Steinkanal vor seiner Einmündung in den Wasserringkanal nach verschiedenen Seiten Divertikel. Dasselbe konstatierten P. und F. Sarasin beim Steinkanal von *Asthenosoma urens*, während Leipoldt bei *Sphaerechinus granularis* fand, daß der Steinkanal „glatt in den Wasserringkanal mündet". Die Existenz von Poli'schen Blasen war bei keinem der von uns untersuchten Echinothuriden nachweisbar.

b) Histologie.

Was die Untersuchungen über die histologische Beschaffenheit des Dorsalorgans anlangt, so sind sie mit großen Schwierigkeiten verbunden infolge der Menge des angehäuften Pigments

und andererseits wegen der im Gewebe des Dorsalorgans eingelagerten „zelligen Elemente“. Um eine Verminderung derselben herbeizuführen, ließ PROUHO die zu bearbeitenden lebenden Objekte erst längere Zeit hungern, denn, wie PROUHO (15) p. 116 schreibt: „un jeûne prolongé réalise bien ces conditions“, nämlich „une diminution dans le nombre des éléments cellulaires qui, d'ordinaire, se pressent dans ce tissu“.

Auch WAGNER (35) fand Schwierigkeiten bei der Untersuchung aus den gleichen Gründen, denn „leider hatten sich die Exemplare von *Palaeopneustes niasicus* dieser für den Untersucher so angenehmen Fastenkur nicht unterzogen“ (S. 46).

Diese Worte des letztgenannten Autors treffen auch für meine Exemplare zu, freilich dürfte es sehr schwierig sein, einen aus einer Tiefe von 800—1500 m stammenden Echinothuriden längere Zeit am Leben zu erhalten, selbst wenn er unverletzt an die Oberfläche befördert worden wäre. Bei einigen unserer Exemplare von *Phormosoma indicum* und *Hygrosoma aethiopicum*, dazu bei dem im übrigen ganz wunderbar erhaltenen *Sperosoma biseriatum* waren Dorsalorgan und Steinkanal zerrissen.

Die Konservierung in Alkohol, die LEIPOLDT die Untersuchung der Struktur des Dorsalorgans bei *Dorocidaris papillata* vereitelte, erwies sich für die Erhaltung und Untersuchung des Dorsalorgans unserer Objekte als nicht nachteilig.

Das Dorsalorgan ist äußerlich vom Endothel der Leibeshöhle überzogen, einem einschichtigen Wimperepithel. Darauf folgt ein überaus feines Maschenwerk von Bindegewebe mit regellos gestalteten Alveolen. Nach innen zu werden die Maschen allmählich größer und unregelmäßiger. In diese äußere Zone dringen nun von außen, also von der Leibeshöhle, kleine Grübchen oder Kanälchen ein, die mit dem Hohlraum des Dorsalorgans nicht kommunizieren, sondern blind enden. Die „Grübchen“ haben eine Länge von 500 μ. An ihrer Mündung finden wir deutliche Reste eines wohlausgebildeten Wimperepithels. Schon die beiden SARASIN sprachen die Vermutung aus, „daß man als sicher annehmen dürfe, daß auch den Trichtern (der Ausmündung der Kanälchen) und den von ihnen ausgehenden Gängen die Wimpern nicht werden gefehlt haben“, obwohl sie an ihrem Material solche nicht zu erkennen vermochten. Ich fand, daß diese „Trichter“ in der Mehrzahl der Fälle senkrecht in das Gewebe führen, doch konnte ich mich nicht überzeugen, daß sie, wie LEIPOLDT berichtet, fast immer in der Nähe der „Blutlakunen“ auftreten und gern unterhalb derselben in die Wandung eindringen. Wir werden später noch auf diese „Kanälchen“ zurückzukommen haben.

Die äußere Zone wird, wie wir sahen, aus einem anfangs ziemlich dichte, allmählich weite Maschen bildenden Bindegewebe zusammengesetzt, das dem der Mesenterien gleicht. In dieser äußeren Zone finden wir Hohlräume, die oft bis an die Oberfläche des Organs reichen und mit dem Hohlraum im Dorsalorgan in Verbindung stehen, die also Nebenhohlräume des Dorsalorgans darstellen. Diese sind von einem feinen, netzartigen regelmäßigen Gewebe umschlossen, einem Gewebe, das man für drüsiger Natur halten möchte, das aber doch ein modifiziertes Bindegewebe darstellt. Die ganze innere Zone besteht aus diesem Gewebe. Sämtliche Hohlräume sind mit einem dem Endothel der Leibeshöhle gleichenden niedrigen Epithel ausgekleidet. Sowohl in der äußeren wie inneren Zone finden sich Pigmentanhäufungen. Der Fortsatz wird von dem gleichen Gewebe gebildet, wie das des Organs, nur, meint PROUHO, sei es „renforcé de

fibres conjonctives épaisses, disséminées çà et là dans sa masse". Ich kann mich mit diesem Befund PROUHO's einverstanden erklären.

Daß das Epithel des Fortsatzes bei *Phormosoma indicum* höher ist als das des Hohlraumes und das der Wandung des Fortsatzsinus, konnte ich nicht wahrnehmen, im Gegensatz zu LEIPOLDT, welcher mit PROUHO dieses so eigentümliche Verhalten einer Einwirkung der Reagentien zuschreibt. Daß unter dem Epithel des Fortsatzes, wie PROUHO (S. 117) angiebt, „longitudinale Muskelfasern" liegen, konnte ich ebensowenig wie P. und F. SARASIN bestätigen. LEIPOLDT's Ansicht (S. 32), daß auf der SARASIN'schen Abbildung „die kleinen Pünktchen unterhalb des Epithels" die Querschnitte von Muskelfasern darstellen, vermag ich nicht zu teilen, da, wie die Figur ergiebt, diese Pünktchen sich überall finden und nicht auf die Schicht unter dem Epithel beschränkt liegen. Durchzogen ist der Fortsatz, auf den übrigens die Lakunen nicht übertreten, von feinen Kanälchen, die an der Oberfläche in den Fortsatzsinus münden. LEIPOLDT konstatiert eine Verbindung, wenn auch nur eine indirekte, zwischen Fortsatzsinus und Hohlraum und damit mit der Außenwelt, indem ein Teil der Kanälchen des im Fortsatzsinus befindlichen Teiles des Fortsatzes (des oberen) mit den Kanälchen des unteren Teiles desselben (also im eigentlichen Organ) in Verbindung tritt und somit einen Zusammenhang zwischen Hohlraum des Dorsalorgans und Fortsatzsinus vermittelt.

Was das Epithel des Steinkanals anbelangt, so fanden sowohl HAMANN als auch LEIPOLDT bei *Sphaerechinus granularis*, daß „an der dem ‚drüsigen Organ' zugewandten Seite des Steinkanals eine Lücke in dem Pallisadenepithel vorhanden sei und Zellen von anderem Bau aufträten" (HAMANN, S. 66; vergl. LEIPOLDT, S. 33. Mir fiel auf, daß das „eigentliche Dorsalorgan" fast nie bis an den Steinkanal ragt und daß der Hohlraum des Dorsalorgans nur durch eine dünne Membran von dem Hohlraum des Steinkanals getrennt ist. Möglicherweise enthält diese kontraktile Fasern. In der Fasersubstanz der Membran fanden sich große ovale Kerne mit 3 bis 4 Kernkörperchen eingebettet. Es ist augenscheinlich, daß eine Kontraktion der Fasern eine Beschleunigung der Strömung im Steinkanal (in der Richtung von der Madreporenampulle nach dem Ringkanal) herbeiführen würde und auch auf den Inhalt des Dorsalorgans von Einfluß wäre.

Eine abnorme Bildung des Dorsalorgans.

Fig. 13, Taf. LIII [III].

Bei einem Exemplar von *Phormosoma indicum* war am Dorsalorgan eine abnorme Bildung nachzuweisen. Auf Fig. 13 sehen wir, daß das Dorsalorgan geteilt ist und daß es aus zwei völlig voneinander getrennten Hälften besteht. Beiden liegt der Steinkanal an. Die obere Hälfte des Organs hat einen Hohlraum, und dieser mündet, wie es bei dem normal gebauten Dorsalorgan geschieht, in die Sammelblase unterhalb des Madreporiten, zugleich mit dem Steinkanal. In der unteren Hälfte (nach der Laterne zu) ist ein Hohlraum, der nach beiden Seiten geschlossen ist. Der Steinkanal mündet, wie gewöhnlich, in den Wasserringkanal ein. Die beiden blind endenden Hälften (Taf. LIII [III], Fig. 13) laufen, nachdem sie sich allmählich erweitert haben, in ein spitzes Ende aus.

Auf Schnitten (Taf. LIV [IV], Fig. 26, 27) ergiebt es sich, daß der Hohlraum des Steinkanals von dem des Dorsalorgans nur noch durch eine dünne Membran getrennt ist. Der Schnitt ist

etwa 7 mm von der Einmündung des Steinkanals in den Ringkanal entfernt geführt worden. Man sieht, daß das untere Organ ziemlich breit ist. Bald aber wird der Durchmesser des unteren Organs größer, und man erblickt (auf Taf. LIV [IV], Fig. 27 links unten) schon das quer durchschnittene spitze Ende des oberen Organs. Letzteres weist ein kleines Lumen auf, es ist das Lumen des eigentlichen Hohlraums. Hier hat das untere Organ seine größte Stärke erreicht. Der Steinkanal ist von einem überaus starken Cylinderepithel (mit Ausnahme der Membran!) ausgekleidet. Die Stärke des Cylinderepithels hält auch dann noch an, wenn der Steinkanal auf das obere Organ übergeht (Fig. 28—30, Taf. LIV [IV]). Dann wird auch die Epithelschicht des Steinkanals dünner, und sobald das untere Dorsalorgan verschwunden ist, zeigen sowohl Organ wie Steinkanal ihr gewöhnliches Verhalten und der weitere Verlauf des oberen Organs ist der gleiche, wie es die Abbildungen Taf. LIV [IV], Fig. 18—24 darstellen. Zu erwähnen ist noch, daß ein breites Mesenterium von der Laterne aus bis zum Madreporiten den beiden Hälften des Organs anliegt. Wir haben es auf Fig. 13, Taf. LIII [III] nicht eingezeichnet.

Bei diesem abnormen Organ kann nur der obere Teil in gewohnter Weise funktionieren, da der untere vollständig abgeschlossen ist und der Hohlraum im Innern weder mit der Leibeshöhle noch nach der Laterne zu eine Verbindung eingeht. Ich durchmusterte aufs sorgfältigste die Schnittserie des unteren Organs in der Erwartung, eine Verbindung des Hohlraumes im Organ mit der Leibeshöhle zu finden. Die schon erwähnten Kanälchen konnte ich hier beim unteren Organ besonders schön wahrnehmen. Insbesondere war deutlich zu erkennen, daß verschiedene Kanälchen miteinander kommunizieren. Ferner ergab sich, daß kleine geschlossene Hohlräume im Gewebe durch feinste Kanälchen mit der Leibeshöhle in Verbindung stehen. Diese kleinen „geschlossenen Hohlräume“ sind nicht mit den Nebenhohlräumen zu verwechseln, da letztere ja mit dem Hohlraum im Dorsalorgan in Kommunikation stehen. Eine Verbindung der Nebenhohlräume mittelst Kanälchen war nirgends nachzuweisen, obwohl es oft vorkommt, daß das Kanälchen von der Wandung des Nebenhohlraumes aus nach außen verläuft (Textfig. 22), ohne die Wandung des Nebenhohlraumes zu durchdringen. Vielfach ist die Täuschung eine vollkommene. Wir geben 3 Abbildungen, um zu zeigen, wie leicht man verleitet werden kann, anzunehmen, daß eine Verbindung des Nebenhohlraumes, also auch des Hohlraumes im Dorsalorgan mit der Leibeshöhle bestehe. Auf Textfig. 22 sehen wir das Kanälchen oder besser die Ausmündung

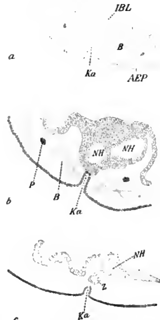


Fig. 22. Teil der Außenwandung des Dorsalorgans mit einem Kanälchen *Ka*. *B* Bindegewebe. *NH* Nebenhohlraum. *AEP* äußere Epithelschicht.

desselben *Ka* nahe dem „drüsigen Gewebe" der Nebenhohlräume. Auf Fig. 22b endet das Kanälchen blind an der Wandung des Gewebes des Nebenhohlraumes und vergebens sucht man nach einem Gange, der Hohlraum und Leibeshöhle verbindet. Auf Textfig. 22c ist nur noch ein Rest *Z* von dem Gewebe des Nebenhohlraumes nachzuweisen, während dieser selbst seitlich liegt.

Gleichwohl will ich nicht verfehlen hervorzuheben, daß eine Verbindung des Hohlraumes im Dorsalorgan mit der Leibeshöhle, wie die trefflichen Untersuchungen der beiden Sarasin an frisch mit Chromsäure konserviertem Materiale gezeigt haben, recht wohl möglich ist, selbst wenn sie nur auf einige Gattungen, ja Species beschränkt wäre. Wenn also die beiden Sarasin S. 111 schreiben: „Von den Drüsenlappen (dem Gewebe, das die Nebenhohlräume umkleidet) gehen feine Kanäle ab, welche frei an der Oberfläche des Organs in die Leibeshöhle münden", kann man dies ohne weiteres acceptieren für die Species *Asthenosoma urens*. Wie ich schon erwähnte, blieb es mir versagt, bei den von mir untersuchten Echinothuriden eine Verbindung der Kanälchen mit dem Hohlraum der „Drüsenlappen" nachzuweisen, obwohl ich während des Studiums dieses Organs des Passus S. 111 der Sarasin'schen Abhandlung gedachte, worin es heißt: „Es ist nicht leicht, diese an ihrem Ursprung aus den Drüsenlappen meist sehr feinen Kanälchen bis zu ihrer trichterförmigen Oeffnung an der Oberfläche der Niere zu verfolgen, da sie öfters einen mehr oder weniger gewundenen Verlauf nehmen."

Ich habe feinste Ausläufer aus den in bindegewebigem Stroma liegenden Hohlräumen erst bei ca. 1100-facher Vergrößerung deutlich wahrnehmen können. Daß Chromsäurepräparate zu histologischen Untersuchungen überaus geeignet sind, geht schon daraus hervor, daß wir für unsere Studien bei Alkoholpräparaten 3—4 μ dünne Schnitte anfertigen mußten, während P. und F. Sarasin sogar an Schnitten von ca. 25 μ Stärke ihre ausgezeichneten Beobachtungen anstellen konnten.

Das Lakunensystem.

Während man früher die Lakunen als „Blutgefäße" betrachtete, hat man jetzt diese Auffassung aufgegeben. Die Gründe hierfür sind folgende:

Erstens sind die Kanäle, die das Blut enthalten, keine „Gefäße", sondern nur „Lücken im Gewebe", die, miteinander kommunizierend, jeglicher Endothelauskleidung entbehren. Dann hat die Flüssigkeit, die in den „Gefäßen" sich findet, keine Aehnlichkeit mit Blut und weist auch nicht die Eigenschaften desselben auf; sie ist also z. B. nicht im stande, den Geweben Sauerstoff zuzuführen, da ein „lokalisierter propulsatorischer Apparat", also ein Herz, fehlt. Trotz der angeführten Gründe behält Lang für das Lakunensystem die Bezeichnung „Blutgefäßsystem" bei.

Das Lakunensystem besteht aus folgenden Teilen:

a) den Lakunen des Darmtraktus,

b) dem oralen Ring, der der Laternenmembran aufliegt und den Schlund umkreist,

c) den radiären Lakunen,

d) den Lakunen des Dorsalorgans und im Anschluß an diese

e) den Lakunen der Apikalregion.

a) Die Lakunen des Darmes.

Was die Untersuchung der Lakunen im allgemeinen und der des Darmes im besonderen anbelangt, so begegnete sie großen Schwierigkeiten, da die Darmwandungen vielfach verletzt waren. Nur durch den Vergleich mehrerer Exemplare war es möglich, einigermaßen genügende Resultate zu erhalten. PROUHO, den wir schon mehrfach citierten, schreibt in seinem Berichte über seine Untersuchungen an frischem Material von *Dorocidaris papillata* (S. 102): „L'étude de ce système (système lacunaire viscéral) présente des difficultés qui seraient presque insurmontables, si l'on se bornait exclusivement à une seule méthode d'investigation. J'ai employé la méthode des injections et celle des coupes. . . ."

Ich konnte leider nur mit Hilfe der Schnittmethode meine Studien am Lakunensystem bewerkstelligen.

Bei den Echinothuriden und vor allem bei den *Asthenosomata* und *Sperosomata*, weniger bei den *Phormosomata*, fallen die Darmlakunen und besonders die ventrale Darmlakune, die dem Nebendarm eng benachbart verläuft, sowohl durch ihren ansehnlichen Durchmesser als auch durch ihre rötlich-braune Färbung auf. Diese Färbung gilt freilich nur für die innere Darmlakune und auch nur an der Stelle, wo die Lakune am Nebendarm hinläuft.

Wir können eine äußere und eine innere im Mesenterium des Darmes gelegene, letzterem aber eng anliegende, Lakune unterscheiden. Bei den Echinothuriden ist die äußere Darmlakune nur wenig ausgebildet, dagegen tritt die an der Innenseite des Darmes gelegene deutlich hervor. An der Stelle, wo der Nebendarm entspringt, geht die innere Darmlakune auf ihn über, und da, wo er endet, liegt sie an der Innenseite des Dünndarmes, im Mesenterium eingelagert. Ihr Verlauf ist leicht zu verfolgen, insofern sich auf dem Mesenterium am inneren Rande ein Pigmentsaum findet, der freilich hier und da, besonders am inneren Dünndarmrohr (innere Dünndarmwindungen!) unterbrochen erscheint; im Innern liegt die Lakune. Dieselbe ist bis auf das Rectum zu verfolgen, wo sich ihre Spur verliert. Die äußere Darmlakune ist nur bis zum Ende des Dünndarmes (wo dieser sich verengt), nachzuweisen. Beide Lakunen entsenden Verzweigungen, die Magen- und Dünndarm netzartig überziehen, und münden in den Ringkanal.

b) Der Ringkanal

umkreist den Schlund in ziemlichem Abstand von der Wandung. In ihn münden die Darmlakunen, die Lakunen des Dorsalorgans und die der Apikalregion. Abwärts vom Schlundring verlaufen die radialen Gefäße.

c) Die radialen Gefässe.

Vom oralen Lakunenring entspringen, sich zwischen den Doppelaufhängebändern des Pharynx nach unten wendend, die Schlundlakunen (lacunes pharyngiennes, PROUHO). PROUHO bestätigte zuerst durch Injektionen die Existenz dieser Lakunen, die TEUSCHER schon nachgewiesen, KOEHLER aber anfänglich bestritten hatte. Textfig. 20 zeigt einen Schnitt durch den Pharynx in der Nähe der Laternenmembran, welcher zwischen den Aufhängebändern die fünf querdurchschnittenen Schlundlakunen erkennen läßt. Sie liegen in einem Bindegewebe eingebettet. Es sind dieselben, von denen PROUHO S. 105 schreibt: „ . . . . cinq canaux à peu près réguliers,

naissant de l'anneau oesophagien et bordant le tranchant des arêtes pharyngiennes." Nach der „Lippe" zu wird das Lumen der Lakune kleiner, sie verläuft am Außenrande des unteren Aufhängebandes, das mit der Zwischenkiefermuskulatur verbunden ist. Zwischen der Zwischenkiefermuskulatur des Kauapparates tritt eine jede der fünf Schlundlakunen hindurch und verstreicht als radiale Lakune zwischen Radiärnerven und Radiärwassergefäß nach dem Apikalpol. Sie entsendet, wie das Radiärwassergefäß, je einen Seitenast zu jedem „Ambulacraltentakel". (Vergl. PROUHO, S. 106.)

d) Die Lakunen des Dorsalorgans.

Es ist eigentlich nur eine „Stammlakune" vorhanden, von der sich die das Lakunennetz bildenden Nebenäste abzweigen. Diese Stammlakune entspringt bei den Echinothuriden direkt aus dem oralen Lakunenring und breitet sich auf dem Dorsalorgan samt dem Mesenterium netzartig aus. Auf den Fortsatz geht sie aber nicht über.

e) Die Lakunen in der Apikalregion

konnte ich nicht nachweisen, obwohl ich ihre Existenz nicht bestreiten möchte. PROUHO fand zuerst auf den Gonaden ein Lakunennetz, was uns bei unseren Exemplaren bestätigen zu können versagt blieb.

Das Wassergefässsystem.

Das Wasser- oder Ambulacralgefäßsystem ist bei den Echinothuriden wohlausgeprägt, zeigt aber doch einige Verschiedenheiten bei den Gattungen *Phormosoma* und *Sperosoma*. Auch beim Wassergefäßsystem unterscheiden wir drei Hauptabschnitte:

a) den oralen Wassergefäßring,

b) die von ihm abwärts verlaufenden Radialgefäße,

c) das Wassergefäß im Achsensinus.

a) Der Wassergefässring.

Dieser umkreist den Schlund neben dem Lakunenring, doch ist er stärker als letzterer. Sein Durchmesser ist größer als der des Lakunenringes, dem er benachbart verläuft.

Bei der Untersuchung des Baues des Ringkanals stoßen wir auf folgende Schichten (von innen nach außen):

1) auf ein Wimperepithelium;

2) auf eine Bindegewebsschicht, die unter dem Innenepithel Längsmuskelfasern aufweisen kann; diese haben sich in den Ambulacralanhängen zu einer förmlichen Längsmuskelschicht entwickelt;

3) auf das Endothel der Leibeshöhle; bei den „Ambulacralfüßchen" tritt an Stelle des Endothels der Leibeshöhle das Körperepithel.

b) Die Radialgefässe.

Vom Ringkanal abwärts verlaufen die Radialgefäße, und zwar gleiten sie anfangs in horizontaler Richtung auf der Laterne hin, der Zwischenkiefermuskulatur unterhalb der Zwischen-

kieferstücke aufgelagert. Sie treten dann an der Peripherie der Laterne hervor, steigen an der Außenseite der Laterne zum Peristom herunter und versorgen durch Seitenäste zunächst die Peristomplatten. Wie wir sahen, ist das Peristom bei den Echinothuriden aus Mundplatten zusammengesetzt, die sich dachziegelartig decken. Bei *Ph. indicum* variiert die Zahl derselben zwischen 80—90, bei *H. aethiopicum* zwischen 50—60. Jede dieser Platten ist durch einen einfachen Porus durchbohrt, im Gegensatz zu den Coronalambulacralplatten, welche Doppelporen aufweisen. Zum Porus dieser Platten führen nun Seitenäste von den Radialgefäßen. Durch die Poren treten die Ambulacralmundfüßchen. Haben die Radialgefäße die Aurikel passiert, so verlaufen sie in der Mediane des Ambulacralfeldes und enden schließlich blind im „Terminaltentakel" der Radial-Ocellarplatten des Periprokts, welcher nur als minimale Erhebung über den Porus des Radiale bemerkbar ist.

Was die Ampullen anbelangt, so finden wir sie bei *Ph. indicum* in Gestalt von langen fadenförmigen Säckchen, die auf der Dorsalseite nach dem Periprokt zu kürzer werden. Anders ist es bei *Sp. biseriatum*. Auf der Ventralseite (Fig. 2) sehen wir kleine olivenförmige Säckchen, die auf der Dorsalseite bedeutend sich vergrößern. Es ist eigentümlich, daß die ventral gelegenen Ampullen von *Sp. biseriatum* so geringe Dimensionen aufweisen, während die entsprechenden äußeren Ambulacralanhänge ziemlich groß sind.

c) Das Wassergefäss im Achsensinus.

Da das Wassergefäß im Achsensinus bereits geschildert wurde, so will ich mich auf eine Beschreibung des Madreporiten beschränken. Wir hatten gesehen, daß unterhalb des Madreporiten eine Einmündung des Dorsalorganhohlraumes und des Steinkanals in eine Ampulle stattfindet. Diese Ampulle steht mit der Außenwelt durch die Porenkanälchen des Madreporiten, die durch ein hohes Epithel ausgekleidet sind, in Verbindung. Die Frage, ob der Steinkanal bei den Echinoideen nur in der Einzahl vorkommt, möchte ich nicht ohne weiteres bejahen. Da ein Exemplar von *Ph. indicum* zwei Madreporiten aufwies, ist es recht wohl möglich, daß sich auch zwei Steinkanäle finden, doch wäre es auch denkbar, daß sich die Sammelblase über die gesamte Fläche unterhalb der beiden Madreporiten ausdehnt. Auf Textfig. 1 sehen wir die Dorsalseite des *Ph. indicum* mit den beiden voneinander getrennt liegenden Madreporiten. Leider mußten wir von einer Untersuchung der inneren Verhältnisse bei diesem geradezu wundervoll erhaltenen, nicht kollabierten Exemplar absehen, da uns ein Verfügungsrecht über dieses Prachtexemplar nicht zustand.

In den meisten Fällen finden wir bei *Ph. indicum* und *H. aethiopicum* runde bis ovale Madreporiten, bei der Gattung *Sperosoma* aber war die Form dreickig-herzförmig. Dies konstatiert Koehler bei *Sp. Grimaldii*, und ich kann seine Anschauungen für *Sp. biseriatum* bestätigen.

An der Stelle, wo der Steinkanal in den Ringkanal mündet, ist sein Lumen erweitert. Nach verschiedenen Richtungen hat er außerdem Divertikel getrieben. Hier ist das Innere des Steinkanals mit einem niedrigen Epithel ausgekleidet. Dieses wird, sobald der Steinkanal außen am Dorsalorgan herläuft, durch ein hohes Cylinderepithel ersetzt. Was nun die Frage anbelangt, ob eine Verbindung zwischen dem Wassergefäß- und dem Lakunensystem bestehe, so wird es dienlich sein zur Beantwortung derselben, erst einmal die Stellen ins Auge fassen, wo überhaupt

eine Vereinigung möglich wäre. In Betracht käme erstens eine Vermittlung durch die Poli'schen Blasen und zweitens durch das Dorsalorgan. Man hatte geglaubt (Koehler), daß in die Poli-schen Blasen Abzweigungen des Wassergefäßsystems, speciell des Wassergefäßringes und des oralen Lakunenringes führen, so daß dort ein Austausch oder eine Vermischung des Inhaltes der beiden Systeme herbeigeführt werde. Dies ist aber bei den Echinothuriden ausgeschlossen, da sie der Poli'schen Blasen entbehren. Es wäre also nur noch an eine Vermittelung des Dorsalorgans zu denken, insofern Ausläufer des auf dem Dorsalorgan sich findenden Lakunennetzes in das Innere des Dorsalorgans münden und eine Verbindung mit dem Wassergefäßsystem herstellen könnten. Aber auch diese Ansicht ist nicht haltbar, denn ein Einmünden der Verzweigungen des Lakunennetzes in den Hohlraum des Dorsalorgans ist noch nicht festgestellt worden. Ich komme zu dem gleichen Schluß wie Prouho (S. 127), nämlich, daß das Lakunen- und Wassergefäßsystem zwei verschiedene, völlig voneinander getrennte „Hohlraumsysteme" darstellen.

Strömungsrichtung.

Ludwig's Untersuchungen „Ueber die Funktion der Madreporenplatten und des Steinkanals" geben uns darüber Aufschluß, wie und von wo aus die Flüssigkeit in die Kanäle gelangt. Danach steht so viel fest, daß die Flüssigkeit durch die Porenkanälchen in die Ampulle hinein gelangt. Im Steinkanal und dem Madreporiten ist also nur eine nach innen führende Strömung vorhanden (vergl. Leipoldt, S. 34). Durch die Thätigkeit von Wimpern, deren auch Prouho (S. 96) gedenkt, wird das Wasser von außen nach innen getrieben. Ich fand, wie schon erwähnt, in der Membran, die die beiden Hohlräume des Steinkanals und des Dorsalorgans voneinander trennt, Fasern, die ich für kontraktile zu halten geneigt bin. Durch die Vibration der Wimpern wird die Flüssigkeit im Steinkanal nach unten getrieben und durch Kontraktion der Fasern der Membran der Eintritt in den Wasserringkanal beschleunigt.

Physiologische Untersuchungen stellte Cuénot an. Auf diese hier näher einzugehen, würde zu weit führen, doch sei auf seine Abhandlungen hingewiesen, die sich betiteln: „Études sur le sang et les glandes lymphatiques" und „Études morphologiques sur les Echinodermes", 1891.

Die Längsmuskeln bei *Sperosoma biseriatum.*

Wie schon Koehler nachwies, kommen der Gattung *Sperosoma* Längsmuskeln zu, die große Aehnlichkeit mit den bei *A. urens* von den beiden Sarasin beschriebenen aufweisen.

Sie verlaufen auf dem Rande der äußeren Ambulacralplattenreihe und heften sich an der Außenseite der Aurikel an. Von einem breiten Muskelbande zweigen sich nach der Ventralseite zu Muskelfasern ab, die hintereinander in einer Reihe auf dem Rande der äußeren Ambulacralplattenreihe stehen (Fig. 2). Diese Muskelbänder können in Verbindung stehen mit den Mesenteriallamellen der Darmwandung, wie auf Fig. 2 links oben dargestellt ist. Nach der Ventralseite entsenden sie bis zur größeren Hälfte der Ambulacralzone Ventralfasern. Von dieser Stelle an aber zweigen sich sowohl Ventral- wie Dorsalfasern ab, die mit dem Muskelband der Dorsalseite, welches die gleiche Befestigung wie das der Ventralseite aufweist, in Konnex stehen.

Diese „Dorsalmuskelbänder“ enden auf der Ocellarplatte. Etwa 30 mm vor derselben verbindet ein breites Mesenterium diese beiden links und rechts jedes Ambulacralfeldes stehenden Muskelblätter. Sie schließen infolgedessen eine nach der Leibeshöhle zu offene „Tasche“ ab. Daß diese Muskelblätter bei einer Kontraktion ein Einsinken der Schale bewirken, ist wohl denkbar. Ob nun diese Muskeln bei einer Fortbewegung in Thätigkeit treten, läßt sich schwer entscheiden.

Bei der Gattung *Sperosoma* sind die Längsmuskeln lange nicht so gut ausgeprägt wie die der Gattung *Asthenosoma*.

Die Geschlechtsorgane.

Die Geschlechtsorgane sind in allen fünf Interradien ausgebildet. Sie erscheinen bei *Phormosoma* und *Hygrosoma* als niedliche, gelblichbraune Träubchen; auch bei *Sperosoma* treten sie uns als traubenförmige Gebilde, doch weniger zierlich gebaut als jene, entgegen. Befestigt sind sie an den Interradien der Schale durch ein Mesenterium, während ihre Seitenzweige auch untereinander durch Mesenterien verbunden sind. Außerdem verlaufen bei den Echinothuriden viele Mesenterialfäden von den Gonaden in das Innere und lehnen sich dort an die Darmwandungen an. Eine über die Gonaden ausgebreitete Membran, durch welche ein Genitalsinus abgeschlossen würde, habe ich nicht bemerken können.

Die Seitenzweige der Genitaltrauben münden in einen ausführenden Hauptgang. Nach dem Apikalpol zu nehmen die Seitenzweige an Größe ab, bis schließlich nur ein etwa 15 mm langer Endschlauch wahrzunehmen ist. Die Ausführgänge sind durch einen bei *Sp. biseriatum* deutlich erkennbaren Ring verbunden, der nicht mit dem Analsinus zu verwechseln ist! Der Ring dient nicht zur Aufnahme der Geschlechtsprodukte, da er gegen die Ausfuhrgänge abgeschlossen ist. Diese münden direkt durch den Genitalporus nach außen.

Ueber fossile Echinoideen mit beweglichen Schalenplatten.

Als älteste Echinothuriden gelten *Palaechinus* aus dem Coral rag und *Echinothuria floris*, welch letztere von Woodward, wenn auch nur in spärlichen Resten, in der Kreide entdeckt wurde. Ob aber diese beiden Formen die ersten Seeigel mit beweglicher Schale überhaupt sind, ist zu bezweifeln, da schon im Karbon isolierte Platten (sogenannte Assulae) von *Archaeocidaris* gefunden wurden, welche vielleicht weichhäutigen Seeigeln angehörten. Schalenplatten, besonders Interambulacralplatten von *Archaeocidaris*, die ich untersuchte, lieferten den Beweis, daß *Archaeocidaris* aller Wahrscheinlichkeit nach eine Schale besessen hat, wie sie etwa, ihrer Biegsamkeit nach, der Gattung *Phormosoma* und speciell *Ph. indicum* eigen ist.

Auf Taf. LIII [III], Fig. 14 sehen wir eine „Assel“, eine Interambulacralschalenplatte von *Archaeocidaris* im Profil. Die Dicke der Platte kann nicht überraschen, da sie eine hohe Stachelwarze trägt, die einem großen und massiven Stachel als Unterlage diente. Von besonderem Interesse ist nun der Umstand, daß die Ränder der Platte geschärft sind, sowohl die an das Ambulacralfeld stoßende Kante (*A*) als auch die an die beiden Interambulacralplatten grenzenden Ränder der Interambulacralassel (Fig. 14, Taf. LIII [III], *IA*). Es ist klar, daß die Schale, bei einer verhältnismäßig lockeren Verbindung der Platten durch Bindegewebe, jedem stärkeren Druck nachgeben mußte und demgemäß eine gewisse Biegsamkeit besaß.

Verwandtschaftsbeziehungen der Echinothuriden.

In den folgenden Darlegungen möchte ich darauf hinweisen, daß die Gattungen *Phormosoma* und *Hygrosoma* im besonderen, die Echinothuriden im allgemeinen den Diadematiden viel näher verwandt sind als den Cidariden.

Wie zuerst Ludwig nachwies, unterscheiden sich die Cidariden „von allen anderen Echiniden dadurch, daß alle Plattenreihen der Corona sich auf das Mundfeld fortsetzen", während bei den Diadematiden und Echinothuriden nur die Ambulacralplattenreihen auf das Peristom übertreten. Doch ist dabei ein kleiner Unterschied zu konstatieren. Bei den Diadematiden und den anderen regulären Seeigeln, mit Ausnahme der Echinothuriden und Cidariden, enthält die Buccalmembran nur je 2 Platten eines Ambulacrums, also im ganzen 10 Platten, die die 10 Mundfüßchen tragen, dagegen setzen sich bei den Echinothuriden mehr als je 2 Platten eines Ambulacrums auf die Buccalmembran fort, und zwar fanden wir bei *Ph. indicum* und *Sp. biseriatum* durchschnittlich 9 Paar, im ganzen also 90 Ambulacralplatten, bei *Hygrosoma* dagegen nur 5 Paar, im ganzen also 50 Ambulacralplatten.

Was nun die Existenz von Sphäridien anbelangt, so konnten wir sie bei den Echinothuriden nachweisen, während die Cidariden derselben im Gegensatz zu allen anderen Echinoideen entbehren. Dasselbe gilt von den Kiemen. Sowohl die Echinothuriden wie auch die Diadematiden besitzen äußere Kiemen, hingegen konnte bei den Cidariden nur das Fehlen derselben bisher konstatiert werden. Der Bau des Stachels glich in der Hauptsache dem Stachel von *Diadema*, insofern bei *Hygrosoma* der Axialkanal von einer Axialscheide umgeben war. Die Radiärsepta waren im Querschnitt beilförmig wie bei *Diadema*. Der Nebendarm ist bei den Echinothuriden wohlentwickelt, er fehlt aber den Cidariden. Die Diadematiden sind ebenfalls mit einem Nebendarm ausgestattet.

Nur in einem Punkte herrscht eine gewisse Uebereinstimmung, und das ist die Existenz von Stewart'schen Organen. Sowohl die Cidariden, bei denen sie zuerst entdeckt wurden, wie die Diadematiden und Echinothuriden mit Ausnahme von *Ph. placenta*, *bursarium* und *tenue* besitzen diese Organe.

Aus allem ist zu ersehen, daß die den übrigen Echinoideen am nächsten stehende Gattung unter den Echinothuriden ohne Zweifel *Phormosoma* ist, denn die innere Anatomie, wie das Fehlen der Längsmuskeln, die rudimentär entwickelten Stewart'schen Organe, die bei einigen Arten sogar fehlen können, die Aehnlichkeit des Stachelquerschnittes — alles spricht dafür, daß die Gattung *Phormosoma* den Diadematiden überaus nahesteht und daß wir sie als die höchststehende unter den Echinothuriden betrachten dürfen.

Hauptergebnisse.

Im folgenden seien die Hauptergebnisse unserer Untersuchungen an *Phormosoma indicum*, *Hygrosoma aethiopicum* und *Sperosoma biseriatum* kurz zusammengefaßt.

Zu den bekannten Formen der Gattung *Phormosoma* gesellt sich eine neue, die von der deutschen „Valdivia"-Tiefsee-Expedition 1898—99 an der ostafrikanischen Küste im Pembakanal (Sansibar) gedredscht worden ist. Ihre Farbe ist gelblich-braun. Sie ähnelt den beiden ver-

wandten Arten *Phormosoma bursarium* und *placenta*, doch unterscheidet sie sich von letzterer durch die Größe der Coronalplatten, von ersterer durch die Bewarzung auf der Ventralseite.

Die Gattung *Hygrosoma* ähnelt der Gattung *Phormosoma*, sowohl was äußeren Habitus, (von der überaus dünnen Schale abgesehen,) als auch was die innere Anatomie anbelangt.

Die Stacheln des Peristomfeldes wiesen bei *Ph. indicum* ein kolbenförmiges Ende auf, sie steckten im Gegensatz zu denen von *H. aethiopicum* in Hautscheiden. Miliarstacheln waren bei allen Formen in Menge verbreitet. Das Ende der Miliarstacheln verläuft in eine glänzende Spitze. Sekundärstacheln waren bei allen 3 Arten nachzuweisen, bei *Sperosoma* aber nur in geringer Menge. Der Drüsen- oder Keulenstachel bei *Ph. indicum* weist einen anderen Bau auf als das von den beiden SARASIN an *Asthenosoma urens* beschriebene „Giftköpfchen", insofern jener in seinem Innern einen stachelähnlichen Stab birgt, der die äußere Hülle nicht durchbohrt. Auf der Hülle findet man Pigmentflecken verstreut. In der inneren Bindegewebsschicht liegen flaschenförmige Drüsenzellen, die mit der Außenwelt in Verbindung stehen. Der Stachelquerschnitt durch einen Stachel von *Ph. indicum* und *H. aethiopicum* ähnelt insofern dem des Diadematidenstachels, als der Axialkanal von einer Axialscheide umschlossen ist; er nimmt bei unseren Formen zwei Drittel des Stacheldurchmessers ein. Bei *Ph. indicum* sind 24, bei *H. aethiopicum* 41 beilförmige, an der Peripherie des Stachelquerschnittes verbundene Radiärsepta. Interseptalleistchen fehlen.

Die Sphäridien stehen bei *Ph. indicum* und *H. aethiopicum* freibeweglich auf die Ventralseite beschränkt, in der Regel vor den Ambulacralfüßchen (vom Munde aus). Ihre Form ist oval bis rundlich. Der Stiel ist von einem dünnen Gitterwerk durchzogen. Bei *H. aethiopicum* sind zweierlei Sphäridien anzutreffen, die häufigere Art ist feigenförmig gestaltet auf dickem Stiel, die andere olivenförmig auf dünnem Stiel. Bei *A. urens* sind die Sphäridien sehr in die Länge gezogen.

Von Pedicellarien fanden sich bei *Ph. indicum* nur zwei Arten, trifoliate und tridactyle, von letzterer wieder solche mit langen und solche mit kurzen Klappen.

Die Ambulacralanhänge tragen am Ende ein eichelförmiges Gebilde, eine Saugplatte fehlt.

Skelett.

Die Coronalplatten sind bei *Ph. indicum* im Gegensatz zu *Ph.* (*Echinosoma* MORTENSEN!) *uranus* überaus regelmäßig geformt. Die Anzahl der Ambulacralplatten auf der Ventralseite kommt der Anzahl der Interambulacralplatten der Ventralseite gleich. Die Anzahl der Ambulacralplatten auf der Dorsalseite ist fast doppelt so groß als die der Interambulacralplatten 36:16. Die Perforierung der Ambulacralplatten ist bei den Gattungen *Hygrosoma*, *Phormosoma* und *Echinosoma* die gleiche. Das Apikalfeld bei *H. aethiopicum* und *Sp. biseriatum* ist ziemlich klein im Gegensatz zu dem von *Ph. indicum*. Das Peristom wird bei *Ph. indicum* von 90 Ambulacralplatten gebildet, bei *H. aethiopicum* von 50—60, bei *Sperosoma* von 90.

Die Aurikel sind bei den Echinothuriden sehr groß.

Der Kauapparat ist ein zierliches flaches Gebilde. Am Kiefer fehlt der Arcus. Das untere Ende des Zahnes läuft in eine Spitze aus, die überaus hart ist. Die chemische Analyse hatte folgendes Resultat:

42,3 Proz. organische Substanz + H_2O

57,7 „ anorganische Substanz,

in der Hauptsache Calciumphosphat mit Calciumfluorid.

Darmkanal.

Wir unterscheiden am Darmkanal von *Ph. indicum* 5 Abschnitte: 1) den in der Laterne befindlichen Pharynx; 2) die erste Darmspirale samt Oesophagus und Kropf; 3) den Magendarm; 4) den Dünndarm mit Rectum; 5) den Nebendarm.

In das Innere des Pharynx ragen verschieden gestaltete große und kleine Leisten ohne jede Regelmäßigkeit. Getragen wird der Pharynx in der Laterne durch Bänder. Der auf den Oesophagus folgende „Kropf" zeigt auf der ventralwärts gerichteten Seite in das Innere vorspringende Lamellen. Magendarm und Dünndarm haben jeder eine eigene Gestaltung. In der Einmündung des Nebendarmes in den Magendarm fanden wir einen Trematoden.

Mesenterien halten den Darm in seiner Lage. Bei *Sp. biseriatum* sind die Mesenterien besonders reich entwickelt.

Cölom.

Die Laternenmembran überdeckt den Kauapparat. Sie ist am Apophysenring befestigt und schließt den Peripharyngealsinus ab. Der Perianalsinus ist besonders bei *Sp. biseriatum* trefflich wahrzunehmen und steht mit der Leibeshöhle in offener Kommunikation. Der Achsensinus steigt von der Laternenmembran zum Madreporiten empor. Er birgt das Dorsalorgan. Außerdem begleitet ihn in seiner ganzen Länge der Steinkanal. Oben, unterhalb des Madreporiten, mündet der axiale Sinus in eine Ampulle, die Madreporenampulle.

Stewart'sche Organe.

Die Stewart'schen Organe sind bei den Echinothuriden entweder sehr entwickelt, oder rudimentär entwickelt, oder sie fehlen. Der Fall, daß die Organe rudimentär entwickelt sind, gilt für die Gattungen *Hygrosoma* und *Phormosoma*, speciell *H. aethiopicum* und *Ph. indicum*. Bei den Gattungen *Asthenosoma* und *Sperosoma* wiesen die Organe eine bedeutende Ausdehnung auf.

Bei *Ph. indicum* hatten die Stewart'schen Organe eine Länge von einem halben bis ganzen Centimeter. Die Organe sind Aussackungen der die Laterne überziehenden Membran. Merkwürdigerweise sind sie meist in taschenartige Räume unterhalb der Gabelstücke eingezogen.

Was den histologischen Bau anbelangt, so besteht ein Unterschied zwischen den Organen bei *Ph. indicum* und *A. Grubei*, denn während bei letzteren auf eine dünne Epithelschicht eine Bindegewebsschicht folgt, in welcher Quer- und Längsfasern (Muskelfasern) sich vorfinden, falls letztere nicht eine besondere im Bindegewebe lagernde Schicht bilden, zeigt sich bei den Organen von *Ph. indicum* eine Art Oberflächenvergrößerung, hervorgerufen durch zottige Anhänge an der Außenseite und Innenseite des Organs, welche mit den bei den Cidariden vorkommenden Nebenblindsäcken keine Aehnlichkeit haben. Letztere führen ebenfalls eine Oberflächenvergrößerung herbei.

Was die Funktion der Stewart'schen Organe betrifft, so bin ich zu dem Schlusse gekommen, daß die Organe bei leichten Verletzungen der Schale samt Endothel der Leibeshöhle dem Seewasser den Eintritt ins Innere zu verwehren bestimmt sind.

Die äußeren Kiemen waren bei sämtlichen von uns untersuchten Echinothuriden anzutreffen, bei *Hygrosoma* aber nur kümmerlich entwickelt.

Dorsalorgan.

Dasselbe beschreibt in seinem Verlaufe bei den Echinothuriden eine Spirale. Es birgt in seinem Inneren einen Hohlraum, der nach der Laterne zu blind endet, nach dem Madreporiten zu aber direkt mit dem Steinkanal in die Madreporenampulle mündet. Ich konnte mehrfach die Wahrnehmung machen, daß kleine Kanäle in die Bindegewebsschicht von der Leibeshöhle her treten, ohne eine Kommunikation mit dem Hohlraum im Dorsalorgan oder mit Nebenhohlräumen, die mit dem Haupthohlraum in Verbindung stehen, einzugehen. Am Rande der Kanälchen findet sich besonders deutlich ausgeprägt ein Wimperepithel. Die Kanälchen führen senkrecht ins Gewebe. Die Membran, die die Hohlräume des Dorsalorgans und Steinkanals voneinander trennt, scheint kontraktile Querfasern zu enthalten.

Ich konnte ferner eine abnorme Bildung des Dorsalorgans nachweisen, insofern das Organ aus zwei getrennten Hälften bestand; doch war nur ein Steinkanal vorhanden.

Lakunensystem.

Die äußere Darmlakune erwies sich bei den von uns untersuchten Echinothuriden nur wenig ausgeprägt; die innere dagegen war deutlich nachzuweisen, und zwar ließ sie sich bis auf das Rectum verfolgen.

Vom Ringkanal abwärts führen die Schlundlakunen, die zwischen der Zwischenkiefermuskulatur des Kauapparates hindurchtreten und als radiale Lakunen weiterverlaufen. Auf dem Dorsalorgan war ein Lakunennetz ausgebreitet, das auf den Fortsatz nicht überging.

Wassergefässsystem.

Dasselbe zeigte bei den einzelnen Arten keinen Unterschied. Die Ampullen waren bei *Sp. biseriatum* auf der Ventralseite als kleine olivenförmige Säckchen zu finden, dagegen bei *Ph. indicum* von fadenförmiger Gestalt. Wir fanden bei einem Exemplare von *Ph. indicum* zwei Madreporiten ausgebildet; bei *Sp. biseriatum* ist die Gestalt des Madreporiten dreieckigherzförmig, bei den anderen Echinothuriden rund bis oval.

An der Stelle, wo der Steinkanal in den Ringkanal mündet, ist sein Lumen ziemlich erweitert: nach verschiedenen Seiten sind Divertikel getrieben. Das Innere ist mit einem niedrigen Epithel ausgekleidet. Von der Stelle an, wo der Steinkanal außen am Dorsalorgan herläuft, tritt ein hohes Cylinderepithel an seine Stelle.

Eine Verbindung zwischen Lakunen- und Wassergefäßsystem besteht nicht, denn erstens fehlen den Echinothuriden die Poli'schen Blasen, und zweitens war eine Verbindung der beiden Systeme durch Vermittelung des Dorsalorgans nicht aufzufinden, da die Lakunen des Dorsalorgans nicht mit dessen Innern in Kommunikation stehen.

Längsmuskeln.

Sie sind bei *Sp. biseriatum* wie bei *A. urens* und *Grubei* radiär gelagert und verlaufen auf dem Rande der äußeren Ambulacralplattenreihe. Die Muskelbänder können mit Mesenterial-

lamellen der Darmwandung in Verbindung stehen. Die „Dorsalmuskelbänder“ enden auf der Ocellarplatte, die „Ventralmuskelbänder“ sind an der Außenseite der Aurikel befestigt.

Geschlechtsorgane.

Dieselben sind interradial gelagert und in der Fünfzahl vorhanden. Bei *Phormosoma* und *Hygrosoma* sind sie in Gestalt von kleinen Träubchen anzutreffen. Eine Vereinigung der Geschlechtsprodukte im Genitalring findet nicht statt. Jeder Ausführgang mündet direkt durch den Genitalporus nach außen.

Paläontologisches.

Als ersten Seeigel mit biegsamer Schale betrachte ich *Archaeocidaris*. Die Ränder seiner Schalenplatten sind am Rande geschärft, standen also nur lose miteinander in Verbindung.

Litteratur.

1) 1841 VALENTIN, Anatomie des Echinodermes. Première Monographie. Anatomie du genre *Echinus*.
2) 1861 SARS, MICH., Oversigt af Norges Echinodermer, Christiania 1861.
3) 1867 GRUBE, ED., Ueber *Asthenosoma varium* n. sp. und einige andere Seeigel des Breslauer zoolog. Museums in: 45. Jahresber. d. Schles. Ges. f. vaterl. Kultur (1867) 1868, S. 42—44.
4) 1871 HOFFMANN, C. K., Zur Anatomie der Echinen und Spatangen. Niederl. Arch. f. Zool., Bd. I, S. 11, 112, Leiden.
5) 1872 AGASSIZ, AL., Revision of the Echini. Illustr. Catal. of the Mus. of Comp. Zool. at Harvard College, No. 7, Cambridge 1872—74.
6) 1874 LOVÉN, SVEN, Études sur les Echinoidées. Kgl. Svenska Vetenskaps-Akad. Handlingar. N. F., Bd. XI, Stockholm.
7) 1875 PERRIER, E., Recherches sur l'appareil circulatoire des Oursins. Arch. Zool. exp., T. IV, p. 605—643.
8) 1877 LUDWIG, H., Ueber bewegliche Schalenplatten bei Echinoideen. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, Bd. XXIX.
9) 1879 — Ueber *Asthenosoma varium* GRUBE und über ein neues Organ bei den Cidariden. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, Bd. XXXIV.
10) 1879 GIESBRECHT, WILH., Der feinere Bau der Seeigelzähne, Kiel 1879.
11) 1881 AGASSIZ, ALEX., Report on the Echinoidea. The voyage of H. M. S. Challenger, Vol. III.
12) 1883 ESSI, WENZEL, Ueber Blut- und Wassergefässsystem bei Echinodermen.
13) 1883 KOEHLER, M. RENÉ, Recherches sur les Echinides des côtes de Provence. Annales du Musée d'Histoire naturelle de Marseille, Zoologie, T. I.
14) 1887 HAMANN, OTTO, Beiträge zur Histologie der Echinodermen. Heft 3. Anatomie und Histologie der Echiniden und Spatangiden. Jen. Zeitschr. f. Naturw., Bd. XXI, Taf. VI—XVIII, S. 87—266.
15) 1888 PROUHO, H., Recherches sur le *Dorocidaris papillata*. Arch. Zool. exp., 2. Série, T. V.
16) 1888 SARASIN, P. u. F., Ueber die Anatomie der Echinothuriden und die Phylogenie der Echinodermen. Ergebn. naturwissenschaftl. Forschungen auf Ceylon in den Jahren 1884—86, Bd. I, Heft 3.
17) 1888 JOHN, GEORG, Ueber bohrende Seeigel. Diss. Leipzig.
18) 1890 CUÉNOT, L., Sur le système madréporique des Echinodermes. Zool. Anz., Jahrg. XIII, S. 315.
19) 1890 HARTOG, On the madreporic system of Echinodermes. Zool. Anz., Jahrg. XIII, No. 330, S. 120.
20) 1890 LUDWIG, HUBERT, Ueber die Funktion der Madreporenplatte und des Steinkanals der Echinodermen. Zool. Anz., Jahrg. XIII, S. 377.
21) 1891 CUÉNOT, L., Etudes sur le sang et les glandes lymphatiques. Arch. Zool. exp., 2. Série, T. IX.
22) 1892 CHUN, CARL, Die Bildung der Skeletteile bei Echinodermen. Zool. Anz., Jahrg. XV.
23) 1892 FRENZEL, JOH., Darmkanal der Echinodermen. Arch. f. Anat. und Physiol., Taf. III u. IV.
24) 1893 LEIPOLDT, FRITZ, Das angebliche Exkretionsorgan der Seeigel. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool., Bd. LV, Taf. XXIV, XXV.
25) 1894 PERRIER, ED., Echinodermes. Expéd. scient. du Travailleur et du Talisman, Paris.
26) 1894 LANG, A., Vergleichende Anatomie, Teil IV.
27) 1896 LUDWIG, H., Welche Organe sind bei den regulären Seeigeln als POLI'sche Blasen zu bezeichnen? Zoolog. Anz., 1896, No. 520.
28) 1897 JOSHIWARA, S., On two new species of *Asthenosoma* from the Sea of Sagami. Annotationes Zoolog. japonenses, Vol. I, Tokyo.

29) 1898 Koehler, René, Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier prince souverain de Monaco, T. XII.

—, Echinides et Ophiures provenant des campagnes du yacht l'Hirondelle. (Golfe de Gascogne, Açores, Terre-Neuve.)

30) 1898 Uexküll, Physiologie der Pedicellarien. Zeitschr. f. Biol., Bd. XXXVII.

31) 1900 Chun, Carl, Aus den Tiefen des Weltmeeres. Schilderungen von der deutschen Tiefsee-Expedition.

32) 1900 Hesse, Erich, Die Mikrostruktur der fossilen Echinoideenstacheln und deren systematische Bedeutung, Leipzig. Diss.

33) 1901 Herbst, Curt, Ueber die zur Entwickelung der Seeigellarven notwendigen anorganischen Stoffe, Teil II. Arch. Entwickelungsmech., Bd. XI, S. 617.

34) 1901 Döderlein, L., Diagnosen einiger von der „Valdivia"-Expedition gesammelten Seeigelarten aus dem Indischen Ocean. Zool. Anz., Bd. XXIV, S. 20.

35) 1902 Wagner, Joh., Anatomie des *Palaeopneustes niasicus*. Wissensch. Erg. d. Tiefsee-Exp., Bd. V, 1.

36) 1903 Mortensen, Th., The Danish Ingolf-Expedition. Vol. IV. 1. Echinoidea (Part I).

37) 1904 Agassiz, Al., The Panamic deep sea Echini. Memoirs of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College, Vol. XXXI, Cambridge.

38) 1904 de Meijere, J. C. H, Die Echinoidea der Siboga-Expedition, Amsterdam.

39) 1905 Döderlein, L., Ueber Seeigel der deutschen Tiefsee-Expedition. Zool. Anz., Bd. XXVIII, No. 18.

Inhalt.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena. — 3061

Tafel LI.

(Tafel I.)

Tafel LI.

(Tafel I.)

Phormosoma indicum.

ac Ringkanal.
amb Ambulacralgefäßsystem.
amp Ampullen.
DO Dorsalorgan.
IMR inneres Magendarmrohr.
K Kropf
l Laterne.
ND Nebendarm.
oes Oesophagus.
ov Ovarium.
r Rectum.
SD Seitendarmwandung.
stew STEWART'sche Organe.
US Umbiegstelle des Dünndarmes.
I, II, III, IV, V Ambulacralzonen.
1, 2, 3, 4, 5 Interambulacralzonen.

1

I

ov

II

amp

amb

2

5

r

l

DO

ac

oes

III

K

JMR

stw

ND

Us

SD

SD

V

4

3

IV

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

...armosoma *indicum*

rc Ringkanal.

amb Ambula... system.

amp Ampull...

DO Dors...

IMR inneres ...rohr

K Kropf

l Laterne.

ND Nebendarm.

Rectum.

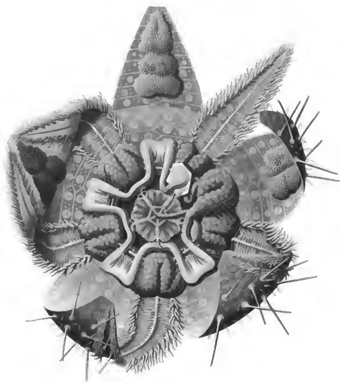
SD Seit...darmwa...

...'sche ...

...stelle des ...darmes.

... *V* Am...alzonen.

... zonen.



Taf. I
Phormosoma indicum

Tafel LII.

(Tafel II.)

Tafel LII.

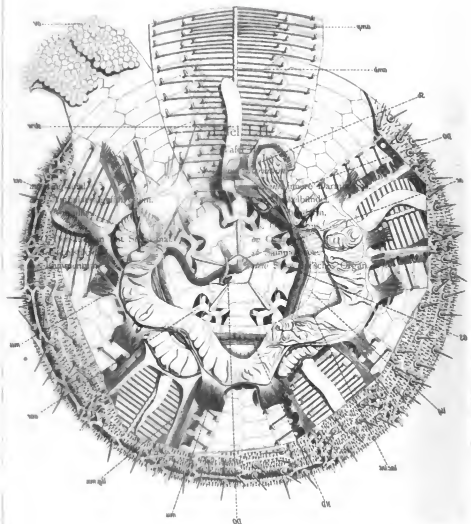
(Tafel II.)

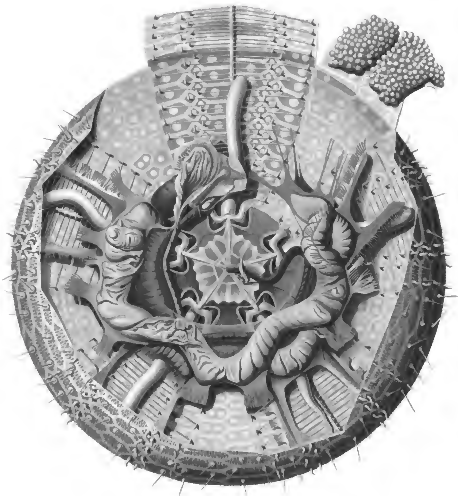
Sperosoma biseriatum.

ac Ringkanal.
amb Ambulacralgefäßsystem.
amp Ampullen.
aur Aurikel.
DO Dorsalorgan mit Steinkanal.
GS Gabelstück.
lig Ligamentum.
lac. int. innere Darmlakune.
mu Muskelbündel.
ND Nebendarm.
oes. Oesophagus.
ov Ovarium.
sb Sammelblase.
stew STEWART'sches Organ.

del. Lith. Anst. v. Werner & Winter Frankfurt a/M.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.





Taf. II.
Sperosoma biseriatum

Tafel LIII.

(Tafel III.)

Tafel LIII.

(Tafel III.)

Fig. 3. Eine einzelne Zangenklappe der großen tridaktylen Pedicellarie von *Phormosoma indicum*. Vergr. 18:1.

„ 4. Ein einzelner Kiefer des Kauapparates von *Phormosoma indicum*, von außen gesehen. *A* Anheftungspunkt der Schließmuskeln. *SE* Anheftungspunkt der Oeffnungsmuskeln des Kauapparates. Vergr. 4:1.

„ 5. Desgl. von innen gesehen. Vergr. 4:1.

„ 6. Desgl. von der Seite gesehen. *Cr* Rinnen, gebildet durch Hervorwölbungen, an denen die Zwischenkiefermuskeln befestigt sind. Vergr. 4:1. *D* Zahn.

„ 7. Desgl. von *Hygrosoma aethiopicum* von außen gesehen. Vergr. 3:1.

„ 8. Desgl. von innen gesehen. Vergr. 3:1.

„ 9. Laterne (Kauapparat) von *Phormosoma indicum*. *ZKM* Zwischenkiefermuskulatur. *L* dünnes Verbindungsband, den „Arcus" ersetzend. *GS* Gabelstücke. *StO* STEWART'sches Organ. Vergr. 4:1.

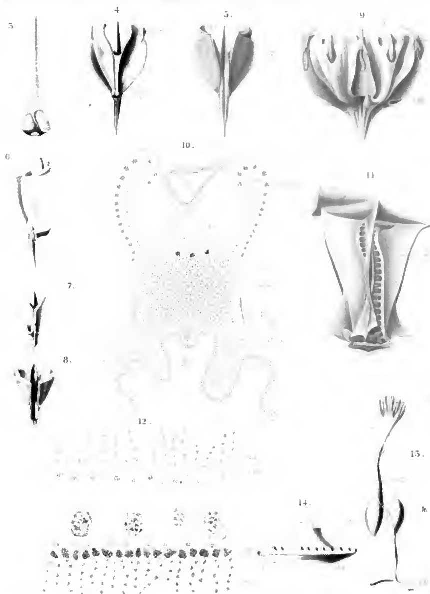
„ 10. Querschnitt durch einen Teil des Schlundes von *Phormosoma indicum*. *L* Lakune. *Su* Aufhängeband. *MB* Muskelbündel. *ASL* dickmaschiges Polster, äußere Stützlamelle. *ISL* Zapfen, innere Stützlamelle. *PA* Pigmentanhäufungen. *M* Muskulatur. Vergr. 60:1.

„ 11. Der aus dem Kauapparat gehobene Pharynx. Vergr. 10:1. *Su* Aufhängeband.

„ 12. Querschnitt durch ein STEWART'sches Organ von *Phormosoma indicum*. *AZ* äußere Zotten. *IZ* innere Zotten. *BG* Bindegewebe. *MB* Muskelbündel. Vergr. 1100:1.

„ 13. Abnorme Bildung des Dorsalorgans von *Phormosoma indicum*. *SBl* Sammelblase unterhalb des Madreporiten. *StK* Steinkanal. *In* untere Hälfte des Dorsalorgans. *SO* obere Hälfte. *RK* Ringkanal. Vergr. 4:1.

„ 14. Eine Interambulacralplatte (Assel) von *Archaeocidaris*. *A* Grenze des Ambulacralfeldes und Interambulacralfeldes. *IA* Grenze des Interambulacralfeldes und Ambulacralfeldes Vergr. 4:1.



TAF. III.

Tafel LIV.

(Tafel IV.)

Tafel LIV.

(Tafel IV.)

Fig. 15. Querschnitt durch das Dorsalorgan nahe der Einmündung des Steinkanals in den Wasserringkanal. Vergr. 18:1. *StK* Steinkanal.

„ 16. Desgl. Steinkanal ist zur Seite gerückt. Hohlraum des Dorsalorgans tritt auf. *HD* Hohlraum des Dorsalorganes (*DO*).

„ 17. Desgl. Lumen des Hohlraums des Dorsalorgans größer.

„ 18. Desgl. Das Gewebe des Organs (*DO*) reicht nicht bis an den Steinkanal.

„ 19. Desgl. Der Fortsatz des Dorsalorgans tritt auf (*F*).

„ 20. Desgl. Der Hohlraum im Fortsatz stellt das äußerste Ende des Fortsatzsinus dar (*FS*).

„ 21. Desgl. Das Gewebe des Organs nimmt an Stärke ab. Der Fortsatz (*F*) ist in den Fortsatzsinus (*FS*) eingetreten.

„ 22. Desgl. Die Madreporenplatte ist angeschnitten. Das eigentliche Gewebe im Organ ist verschwunden. *MD* Madreporenplatte.

„ 23. Desgl. Die Sammelblase ist bemerkbar. *Sb* Sammelblase.

„ 24. Desgl. Einmündung des Hohlraumes des Dorsalorgans und des Steinkanals (*HD* u. *StK*) in die Sammelblase (*Sb*).

„ 25—30 stellen Schnitte durch das abnorme Organ (Taf. LIII (III), Fig. 13) dar.

„ 25. Querschnitt durch das „untere Organ" (*In*), etwa 3 mm von der Einmündung des Steinkanals in den Wasserringkanal entfernt.

„ 26. Desgl., etwa 7 mm von der Einmündung in den Wasserringkanal entfernt.

„ 27. Desgl. Das obere Organ (*SO*) tritt auf.

„ 28. Die Stärke des unteren Organs (*In*) nimmt ab.

„ 29. Der Steinkanal (*StK*) ist im Begriff, vom unteren (*In*) Organ auf das obere Organ (*SO*) überzutreten.

„ 30. Der Steinkanal ist auf das obere Organ übergetreten.



15 

16 

17. 

18 

19 

20 

21 

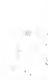
22 

23 

24 

25. 

26 

27. 

28 

29. 

30. 

TAF. IV

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena.



